Travaux de l'Institut de Zoologie de l'Université
de Neuchâtel

Contributo all'indagine idrochimica e idrobiologica del Verbano

(Bacino di Locarno)

TESI

presentata alla Facoltà di Scienze dell'Università di Neuchâtel
per ottenere il grado di dottore in scienze
da

PELLONI ELZIO
LICENZIATO IN SCIENZE

TIP. PEDRAZZINI - LOCARNO

1986

Travaux de l'Institut de Zoologie de l'Université
de Neuchâtel

Contributo all'indagine idrochimica e idrobiologica del Verbano

(Bacino di Locarno)

TESI

presentata alla Facoltà di Scienze dell'Università di Neuchâtel
per ottenere il grado di dottore in scienze
da

PELLONI ELZIO
LICENZIATO IN SCIENZE

TIP. PEDRAZZINI - LOCARNO

A MIO PADRE E A MIA MADRE
QUESTO STUDIO
NATO SULLE RIVE DELL'AZZURRO VERBANO
IN SEGNO DI RICONOSCENZA
DEDICO.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Verbano, marzo-aprile 1936.

Imprimatur

La Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel, sur le rapport de MM. les professeurs Fuhrmann, Spinner et de Montmollin, autorise l'impression de la thèse présentée par M. ELZIO PELLONI et intitulée : « Contributo all' indagine idrochimica e idrobiologica del Verbano », sans esprimer d' opinion sur les propositions qui y sont contenues.

Le Doyen de la
Faculté des Sciences :

Ce 24 avril 1936.

Dr. M. de MONTMOLLIN Prof.

« le applicazioni verranno, verranno magari come facile corollario dei principi scientifici. È sovranamente erròneo e funesto l'epifonema : val più la pratica della grammatica ».

PIETRO PAVESI 1899.

INDICE DELLE MATERIE

	Pag.
I INTRODUZIONE	7
II IL LAGO	
Il lago	10
Genesi e geologia	11
Struttura delle rive	12
Climatologia	»
Venti e correnti	13
Regime del lago	»
Elementi morfometrici	20
II LA TERMICA LACUSTRE	22
Termica del lago	23
La temperatura durante l'anno	26
III LA CHIMICA	
L'ossigeno	31
Ripartizione orizzontale	42
Distribuzione nelle profondità	45
Valori numerici	49
Ciclo dell'O_2 durante l'anno	53
Morfometria e parallelo con gli altri laghi alpini	57
Distruzione di O_2 in 24 h.	64
Complementi alla chimica	66
Variazioni del carbonato di calcio	»
Colore del lago	69
Trasparenza	70
IV BIOLOGIA DELLA ZONA PELAGICA	72
Le variazioni quantitative globali	76
Le variazioni qualitative	80
Migrazioni verticali giornaliere	89
La ripartizione orizzontale	97
V LA BIOPRODUZIONE E LA POSIZIONE DEL VERBANO	103
BIBLIOGRAFIA	114

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555018_0005

Contributo all'indagine idrochimica e idrobiologica del Verbano (Bacino di Locarno)

di

ELZIO PELLONI

INTRODUZIONE.

Lo studio idrobiologico del Verbano è sempre stato in ogni tempo trascurato. Il Dr. De Marchi nella sua introduzione allo studio biologico del Verbano si chiede nel 1910 cosa del Verbano sia noto, in contrapposto alle esposizioni ordinate e complete di altri laghi.

Nel 1934 le condizioni non mutano: se per il Lario, per il Ceresio, per il Benaco le indagini biologiche sono a buon punto, ciò non può ancora dirsi per il Verbano.

Illustri naturalisti svizzeri, ticinesi, italiani hanno pertanto indagato i misteri delle sue cerulee acque: ci limiteremo a un'esposizione di quanto è a nostra conoscenza circa le ricerche scientifiche sul Verbano.

H. B. de Saussure nel 1783 misura per la prima volta la temperatura delle acque del lago " de plusieurs degrés en dessus du tempéré ".

P. Pavesi già nel 1877 scopre per primo la fauna pelagica dei laghi italiani e completa i suoi studii con una lunga serie di pubblicazioni che dalla limnologia vanno fino alla ittiologia.

G. Burkhardt nel 1899 dà una sintesi magnifica dei lavori precedenti e vi aggiunge osservazioni sue personali.

R. Chodat nel 1898 parla del Lago Maggiore e della sua flora superficiale.

A. Garbini nel 1900 studia il plankton del lago e dà qualche cifra sulla ripartizione quantitativa. E' l'unico autore che menzioni che *Diaptomus gracilis* non esiste nel lago.

O. Zacharias nel 1905 scrive qualche linea sul Verbano e sul suo plankton, scopre vari rotiferi e conferma la migrazione verticale dei Diaptomi già scoperta dal Pavesi.

M. de Marchi nel 1910 porta un'eccellente contributo allo studio del lago.

R. Monti e la sua scuola inizia in Italia, sulle orme del Pavesi, nuovi tempi per l'avvenire dell'idrobiologia.

Per i laghi nordalpini la limnologia è nelle grandi linee nota: dal Lemano studiato dal *Forel*, al lago di Neuchâtel da *Fuhrmann*, al Bodamico da *Hofer* e dalla scuola di Monaco, ai laghi alpini dalla scuola di *Zsckokke*. Occorre dire che da noi, *Fuhrmann*, nel 1897, ha studiato la fauna dei laghi alpini ma l'indagine dei grandi laghi è sempre stata trascurata fino al 1910. Così seguendo il consiglio del nostro Maestro Prof. Fuhrmann noi abbiamo intrapreso questo studio, che però, date le condizioni ambientali, va considerato come un avviamento alla limnologia del Verbano.

Mancava appunto per questo nostro grande lago un lavoro sintetico: noi abbiamo cercato nel limite del possibile di porvi rimedio; se non che il lavoro esorbitando talvolta dalla zoologia pura per passare a questioni biochimiche è stato inspirato più da considerazioni di biologia produttiva ed ecologiche che non meramente sistematiche.

E ciò ha la sua plausibile spiegazione nel fatto che, essendo lontani da qualsiasi centro universitario, abbiamo dovuto provvedere noi stessi ad un piccolo laboratorio, non sempre tenendo conto degli imperativi e categorici comandi della scienza: ciò che nelle nostre condizioni di cand. dr. ha urtato contro immense difficoltà materiali. Sono queste condizioni che ci hanno indotti a trascurare, se pur per poco, la parte sistematica.

Teniamo da questa introduzione, a inviare il nostro più vivo ringraziamento al Prof. Fuhrmann dell'Università di Neuchâtel, che ha sempre seguito con interesse il nostro studio e ci fu largo di consigli, dettatigli dalla sua perizia e dalla sua lunga esperienza in materia di laghi. Non pos-

siamo trascurare il fatto che fu lo stesso Fuhrmann a inaugurare nel 1897 lo studio dei laghi alpini ed ha così diritto alla riconoscenza dei naturalisti ticinesi.

La determinazione di alcune specie fu eseguita dal sig. Delachaux assistente universitario e che noi ringraziamo vivamente anche per l'aiuto prestatoci nella messa a punto di alcuni grafici.

Un sentito rigraziamento dobbiamo pure al nostro amico Max Küttel, tecnico, Minusio che ci ha fornito alcuni dati morfometrici del lago.

Il lod. Ispettorato Fed. Caccia e Pesca che ha messo a nostra disposizione gli apparecchi seguenti :

Sonda con cavo,
Termometro a rovesciamento,
Apparecchio per presa d'acqua,

trovi in queste linee la più viva riconoscenza.

Ringraziamo pure il Lod. Dipartimento Agricoltura per il modesto sussidio versatoci.

Infine la Società Ticinese di Scienze Naturali che ha permesso e favorito la pubblicazione del presente scritto, riceva tutto il nostro plauso per il contributo che dà al progresso delle scienze nel nostro paese e il nostro ringraziamento.

Questo studio data la sua natura limnologica comprenderà i capitoli seguenti :

1) Il lago: condizioni geografiche, geologiche, origine, regime idrografico, climatologia.

2) Termica del lago, tecnica delle ricerche, andamento delle stagioni subacquee, classificazione del Verbano secondo la sua temperatura.

3) Chimica del lago, metodi di studio, l'ossigeno, il carbonato di calcio, il colore, la trasparenza.

4) Biologia del lago, le biocenosi pelagiche, il crostaceoplankton.

5) La bioproduzione e la posizione del Verbano nel sistema Thienemann-Naumann.

CAPITOLO I

IL LAGO

Il Verbano per sua natura di origine glaciale, rappresenta il seguito ideale della Valle del Ticino. Esso è il più lungo dei laghi lombardi ciò che giustifica l'espressione italiana di "*Lago Maggiore*". La denominazione di "Maggiore" è usata dal XII secolo; prima lo si chiamava "*Lago di Stazzona*" o "*Stacionensis lacu*". Il nome classico di *Verbano* è usato da Plinio, Polibio e Strabone.

Il "*Lacu Mayus*" era ben conosciuto da Cesare e da Pompeo. Nel 1490 *D. Maccaneo* nella sua "*Verbani lacus locorumque adjacentium chorografica descriptio*" parla della configurazione del lago paragonandolo a una grossa lumaca biforcuta con le corna a mezza luna.

Le conche che racchiudono il Verbano passano dalle dirupate e scoscese montagne del sistema penninico al limpido e moderato profilo insubrico, bagnato da radiosa luce e dal clima del mezzodì.

I capricciosi e talvolta selvaggi torrenti, che infiniti scendono dalla giogaia penninica, coll'avvicinarsi d'Insubria mitigano il loro corso, la Valle aspra e tortuosa si allarga in un più vasto orizzonte, per morire tranquilla nel bacino del luminoso Verbano.

Il bacino del Verbano è notevole e anche unico in tutto il sistema alpino per il fatto che il suo contorno di circa 480 Km. si sviluppa con la forma di un ellisse regolare, i cui due assi non sono molto differenti. Il bacino del Verbano forma una regione compatta, simmetrica e della quale il lago occupa per così dire il cuore.

Da notare il fatto che il Verbano è il lago più basso d'Insubria *(criptodepressione)*.

Il Lago Maggiore appartiene al tipo dei grandi laghi marginali prealpini, è un lago complesso per eccellenza, costituito dalla riunione di due sezioni: la Ticinese e quella d'Ossola.

Genesi e geologia. Tutti i laghi insubrici sono considerati dal *Collet* come dei laghi di bacini terminali. Geologicamente il Verbano rappresenta un'incisione profonda e trasversale delle Alpi scolpita nella zona delle radici delle falde penniniche e più al sud in un complesso sedimentare di tipo insubrico.

Il bacino di Locarno si trova racchiuso in un complesso così costituito :

1) Nord: Zona d'Ivrea.
2) Sud: Zona dello Strona.

L'assieme gneissico che predomina nella regione comprende i termini seguenti: gneiss, micascisti, filladi, parascisti a kinzigite, peridotiti, gabbro metamorfizzati. L'andamento generale delle roccie è fortemente inclinato, talvolta anche verticale. I banchi calcari triasici che separano le varie falde non sono che difficilmente riconoscibili.

La parte ripiena della pianura di Magadino risulta dall'unione di due delta: Ticino e Verzasca. La Maggia ha creato nel Verbano un delta ancora più vasto, che si prolunga di Km. 2,5 dalla riva rocciosa. L'origine del Verbano è dovuta alle stesse cause che hanno originato tutti i laghi subalpini. Tutti i laghi insubrici corrispondono a dei grandi avvallamenti, già in embrione durante il pliocene. Risultante dei movimenti di ascesa e di discesa con la funzione di erosione, queste valli discesero sotto il livello del mare. (La discesa deve essere stata di oltre 500 m.). L'azione dei ghiacciai ha dato l'ultimo tratto alla morfologia: i fianchi rocciosi e gli anfiteatri morenici ne sono testimoni. Data l'enorme quantità di ghiaccio che doveva ricoprire la valle (Penk ammette per il Ceresio 250-1000 m.) è logico ammettere che là vita non poteva esistere, per cui, quando le masse di ghiaccio si ritirarono la fauna dovette colonizzare di nuovo il bacino.

E' secondo le linee di *Monti* che si sviluppò la graduale colonizzazione del biotopo lacustre e dove un'evoluzione meravigliosa è il fatto più considerevole.

Struttura delle rive. Considerando il regime del lago si ha l'impressione che la spiaggia sommergibile (grève inondable) sia molto sviluppata.

Schroeter e Wilczek hanno però mostrato ch'essa è ridotta alla sua minima parte, data la forte inclinazione dei versanti.

Lo sviluppo della costa è dato dalla relazione :

$$U = \frac{\lambda}{2\sqrt{G\pi}} = 3{,}03$$

λ = lunghezza del circuito del lago,
G = superficie,
U = sviluppo della costa.

Di grande interesse botanico se non direttamente limnologico è l'assenza quasi assoluta di qualsiasi associazione sulla riva sinistra, rocciosa tranne nei piccoli delta. La monotonia rocciosa delle rive è rotta dalla natura alluvionale dei delta del Ticino, della Verzasca e della Maggia. Altrove la roccia cade perpendicolarmente o quasi nel lago, sempre azzurro e senza alcuna traccia di vita vegetale acquatica (Macrofite).

I versanti del lago sono ricoperti da lussuriosa vegetazione a carattere meridionale. Il Lago Maggiore ritlette in modo meraviglioso il cielo, e trae il suo colore dal cielo e non dai monti. Il vento del Nord che oscura i laghi del Nord aumenta invece la sua luminosità.

Climatologia. Il clima della zona insubrica è senza dubbio influenzato dalla presenza di grandi masse di acqua (126 Km^3). Questa massa d'acqua stagnante modera il clima assorbendo d'estate una forte quantità di calorie per cederle durante i mesi d'inverno. L'irradiaziazione solare del nostro paese presenta il massimo per tutta la Svizzera.

L'intensità della luce radiante sotto il cocente sole d'estate deve avere un'influenza, non del tutto trascurabile, per la fisiologia del biotopo lacustre.

Date le condizioni fisico-chimiche dell'acqua dei nostri laghi i raggi luminosi penetrano profondamente nella mas-

sa acquatica, modificandone gli scambi gassosi e avendo considerevole influenza sulla distribuzione delle società lacustri.

Le oscillazioni termiche del clima insubrico lo distinguono dagli altri: tale clima si avvicina al clima mediterraneo a debole escursione termica come si vede dallo specchietto :

Tav. I.

Mese	Tp. med. °C	Ore di sole	Precip. mm.
I	4,1	148	27,4
II	4,1	184	73,4
III	6,5	151	113,4
IV	11,1	163	234,4
V	16,2	208	242,0
VI	18,3	243	206,7
VII	21,5	255	241,3
VIII	21,3	257	343,1
IX	17,9	190	386,2
X	13,3	168	135,9
XI	8,5	87	124,3
XII	3,0	148	32,1

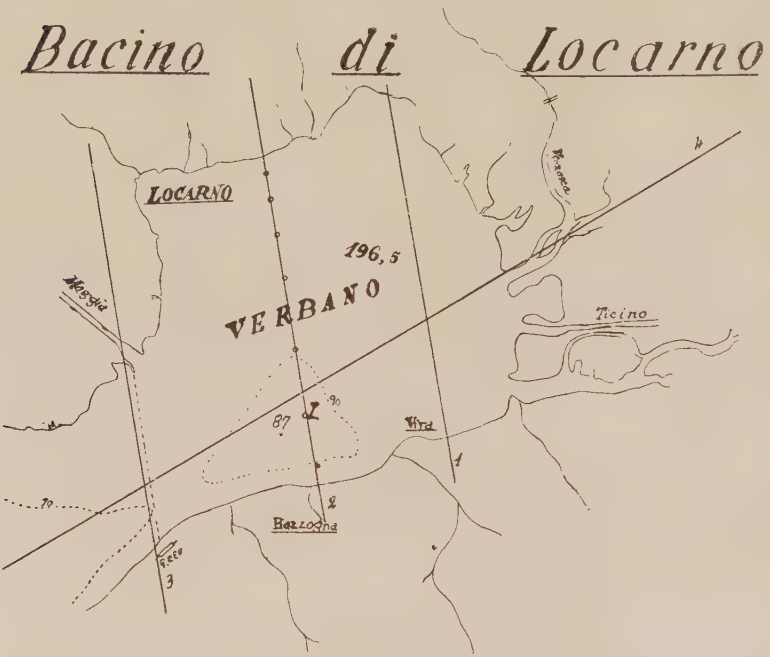
Secondo *Roth* la statistica svizzera degli ultimi 40 anni ha mostrato per le stazioni climatiche lacuali del Ticino la temperatura media più elevata.

Venti e correnti. Il regime dei venti è lo stesso che negli altri laghi lombardi. I venticelli della notte e del mattino, che vengono dal Nord si chiamano "*tramontana*", quelli del pomeriggio e che vengono dal Sud si chiamano "*inverna*". Da notare che *l'inverna* muta il suo orario e può arrivare già la mattina verso le 10; poi il lago si calma fin verso le 15, quando arriva la vera *inverna.* Come venti irregolari da ricordare il "*marengh*" che porta forti precipitazioni, precedenti le grandi piene del lago.

Regime del lago, condizioni idriche. Più che gli altri, il bacino del Verbano è esposto all'influenza dei venti umidi. Il bacino imbrifero è di Km^2. 6562,372. Le precipitazioni del versante Sud delle Alpi sono il fattore principale del

regime del lago per il fatto che a grandi precipitazioni corrispondono grandi afflussi.

Secondo *Fantoli* l'altezza dell'acqua che cade sul bacino del Verbano è di 1780 mm. (il doppio che per il Lemano), ciò che supponendo una perdita del 10 - 11 % darebbe 1582 mm.



Tav. II.

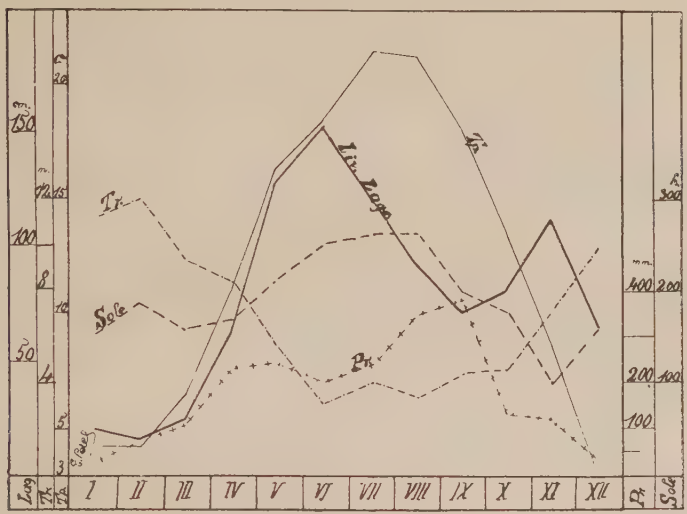
Secondo *L. W. Collet* i fattori dominanti il regime di lago sarebbero :

1) Le precipitazioni.
2) La superficie dei ghiacciai del bacino imbrifero.
3) La costituzione geologica e la topografia del bacino.
4) La superficie delle foreste.
5) Il rapporto della superficie del bacino imbrifero alla superficie del lago.
6) L'evaporazione alla superficie del lago.
7) La natura dell'emissario.

Ad 1). Le precipitazioni sono molto forti e hanno una influenza considerevole e diretta sulle grandi crescite del lago.

Ad 2). La superficie dei ghiacciai è di Km². 98,705 = 15 % del bacino totale. Per i laghi nordalpini la fusione delle nevi determina un massimo di crescita durante i mesi d'estate, ciò che da noi si verifica in maggio - giugno.

Ad 3). La costituzione geologica del bacino imbrifero, eminentemente di natura silicea e quindi impermeabile, la forte inclinazione dei versanti sono favorevoli alla formazione di afflussi considerevoli.



Tav. III - Condizioni climatiche e idriche della regione del lago Maggiore.

Ad 4). La superficie delle foreste è di 1301,489 Km². = 193 ‰.

Ad 5). Il rapporto : $\frac{6562,372}{212,012} = 31,01$

si avvicina a quello del lago di Morat, ma l'ampiezza massima del Verbano è quattro volte più forte.

Ad 6). L'evaporazione alla superficie del lago è di mm. 850 (Fantoli).

Ad 7). L'emissario, superficiale, non ha influenza diretta sul regime del lago.

In conclusione il regime del Verbano dipende :

1) Dalla forte altezza d'acqua meteorica.
2) Dalla forte inclinazione e dalla impermeabilità dei versanti.
3) Dalle precipitazioni autunnali : " gli enormi afflussi che le pioggie autunnali dell'ottobre specialmente, rovesciano talora improvvisi nei nostri laghi provocandovi in poche ore straordinari rialzi, mancano nei laghi nordalpini, i bacini di questi fissano in neve gran parte delle precipitazioni e le rendono poi lentamente nelle piene estive, aventi i caratteri che distinguono le nostre piene primaverili nettamente dalle autunnali." (Fantoli).

Per il Lemano la frequenza dei massimi cade nei periodi d'estate mentre per il Verbano si hanno due massimi: in primavera e in autunno. E' in seguito a questi fattori che il Verbano per rapporto al suo regime è un lago a *clima temperato* secondo *Magrini:* livello minimo durante l'inverno, I° massimo in primavera alla fusione delle nevi; II° minimo durante l'estate; II° massimo nell'autunno pluvioso.

I laghi nordalpini invece, aventi il loro minimo in inverno e il loro massimo in estate sono dei laghi a clima freddo.

Circa le piene e le magre strordinarie del Verbano diamo il seguente specchietto :

Tav. IV **Limnigrafo di Locarno.**

Piene straordinarie		Magre straordinarie	
Altezza del limnimetro	Data	Altezza del limnimetro	Data
10,80	1177?	— 0,23	21-10 II - III 1891
6,46	1640	— 0,30	29-30 IV 1896
6,66	1705	— 0,23	27-28 XII 1899
5,41	1755	— 0,28	12 II 1905
5,35	1840	— 0,27	11-12 II 1909
7,94	4. X. 1868	— 0,40	14-17 I 1922

L'ampiezza massima del Verbano è stata realizzata nella notte dal 5 al 6 ottobre 1872: m. 1,83 (crescita media oraria: cm. 7,63).

A titolo di parallello notiamo che nel Verbano è possibile in un'ora la crescita che si ha nel Lemano in 24 ore.

Durante il periodo 1925-1934 l'oscillazione massima è stata di m. 4,09 e la minima di m. — 0,11.

Il Lago Maggiore è il lago che presenta le più forti crescite di tutti i laghi lombardi: occorre però dire che esso riceve le acque del Ceresio e del Cusio.

I caratteri idrici del Verbano possono così essere riassunti :

I) Forte ampiezza delle variazioni.
III) Assenza delle piene estive dei laghi nordalpini.
II) Regime temperato con 2 massimi e 2 minimi.

La frequenza dei massimi e dei minimi può così essere riassunta :

Tav. V

Periodo 1925 - 1934.

Mese	Massimi	Minimi
I	—	10 %
II	—	40 %
III	—	50 %
IV	—	—
V	20 %	—
VI	20 %	—
VII	—	—
VIII	10 %	—
IX	20 %	—
X	20 %	—
XI	10 %	—
XII	—	—

Tav. VI.

Altezze medie limnimetre del Verbano nel periodo 1925-1934.

192,38 = 0 dell'idrometro di Locarno.

Anno	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1925	0,18	0,49	0,55	0,77	1,41	1,57	1,18	0,92	1,15	0,94,	0,59	0,19
1926	0,09	0,46	0,37	0,64	2,03	1,66	1,37	0,63	0,29	0,16	2,87	1,11
1927	0,37	0,16	0,45	0,84	1,18	1,58	1,69	1,06	1,11	0,20	0,95	0,86
1928	0,34	0,13	0,17	1,52	1,59	1,88	1,02	0,61	0,39	0,91	2,13	0,44
1929	0,15	-0,03	0,09	0,33	1,43	1,20	0,73	0,70	0,31	0,71	0,51	0,46
1930	0,27	0,27	0,19	0,80	1,49	1,77	1,63	0,97	0,84	0,82	0,39	0,82
1931	0,15	0,04	0,24	0,40	1,25	1,37	1,08	1,03	0,79	0,32	0,88	0,41
1932	0,09	-0,04	0,10	0,19	1,41	1,70	1,65	0,90	0,72	1,48	0,43	0,54
1933	0,22	0,07	0,08	0,23	0,65	1,08	1,01	0,37	0,46	1,02	1,09	0,63
1934	0,25	0,10	0,47	1,24	1,90	1,21	0,83	1,19	0,85	0,39	1,01	0,83
Media	0,21	0,16	0,23	0,70	1,43	1,49	1,21	0,83	0,69	0,77	1,08	0,62
Alt. d. lago	192,59	192,54	192,61	193,08	193,81	193,87	193,59	193,21	193,07	193,15	193,46	193,00

Elementi morfometrici del lago.

Atlante Siegfried Foglio 514- 515; 537- 538. Scala: 1: 50.000.

Altitudine: 192,38 m.

Latitudine: 45° 37'

Longitudine: 3° 47'

Superficie del lago: 212,012 Km^2. { Svizzera: 42,057 = 19,8 % ; Italia: 69,955 = 80 % ; Isole: 0,418 Km^2.

Profondità massima: 372 m.

Profondità media: = V/S 175,4 m.

Volume: 37,10 Km^3.

Circuito del lago: 176,36 Km. (Svizzera 34 Km.)

Sviluppo della costa: 3,02

Inclinazione media: 10,0

Bacino scolante: 6562,372 Km^2.

Corsi d'acqua: 116 { 17 hanno un corso > 10 Km. ; 9 hanno un corso > 20 Km. ; 4 hanno un corso > 40 Km.

Bacino di Locarno.

(Maggia-Stazione C. F. F. St. Nazzaro).

Superficie a 0 m.: Km^2. 15,00 (= 17,07 % sup. tot.)

Volume 1.073.950.000 m^3 (= 2,89 % vol. tot.)

Profondità massima: m. 109

Profondità media: m. 71,6

Volume della zona 0-10 m.: 144.900.000 m^3.

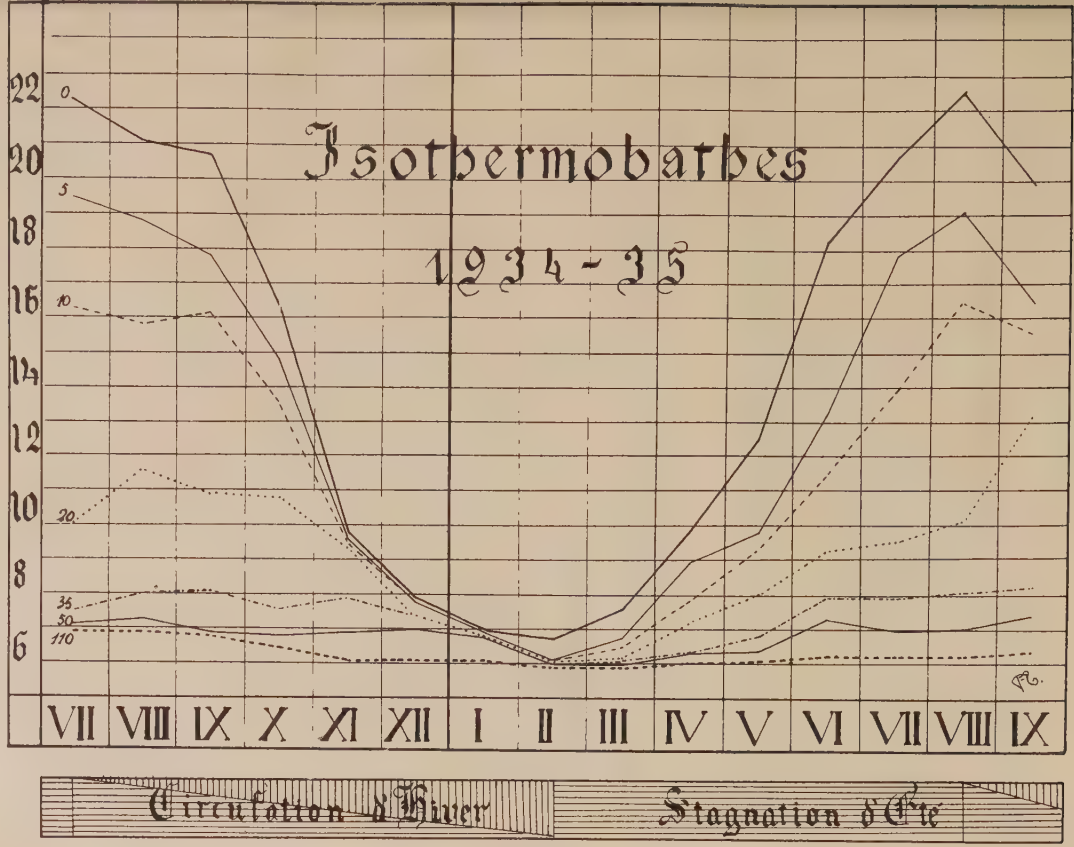
Volume della zona 10-109 m.: 929.050.000 m^3.

Volume dell'epilimnio in % del volume tot.: 13,4 %.

(Le temperature medie ci sono state fornite gentilmente dal Sig. R. Broggini della *Stazione Metereologica di Locarno- Monti*, e che noi ringraziamo sentitamente).

Tav. VII.

Mese	Tp. acqua a o m	Tp. aria	Diff.
Gennaio	6,9	1,9	+ 5
Febbraio	6,7	5,3	+ 1,4
Marzo	7,5	7,9	— 0,4
Aprile	9,3	10,9	— 1,6
Maggio	12,5	13,3	— 0,8
Giugno	18,2	20,9	— 2,7
Luglio	20,6	21,9	— 1,3
Agosto	22,5	18,9	+ 3,6
Settembre	20,7	18,2	+ 2,5
Ottobre	16,3	11,5	+ 4,8
Novembre	9,8	5,7	+ 4,1
Dicembre	7,9	4,9	+ 3



Tav. VIII Termica lacustre.

CAPITOLO II

LA TERMICA DEL LAGO.

Tecnica. Abbiamo iniziato le nostre ricerche con un apparecchio *Negretti-Zambra* nel seguito le abbiamo continuate con un *termometro Friedinger*. Circa la tecnica dei sondaggi termici non abbiamo nulla da menzionare: dopo d'aver disceso il termometro alla profondità desiderata, lo si lascia per 3 minuti indi si fa scattare l'apparecchio con un congegno speciale.

Tutti i mesi e tutte le zone sono stati regolarmente controllati ciò che fa un totale di 450 sondaggi termici.

Termica del lago. I dati più antichi concernenti la temperatura del fondo del Verbano danno :

1902 VIII massimo : 6,8
1889 IX minimo : 5,7 (da Collet.)

Secondo l'andamento dell'isoterma a 0 m., si vede subito che il Verbano appartiene alla categoria dei laghi tropicali *(Forel)*. Infatti la temperatura superficiale non discende mai al disotto dei 6 gradi e per conseguenza la stratificazione termica è sempre diretta: l'acqua calda si trova sull'acqua fredda. Anche nei grandi fondi l'acqua non raggiunge mai il massimo di densità (4 gradi C.). Per rapporto al regime termico l'acqua nei laghi tropicali si stratifica dalla fine di febbraio alla fine dell'estate; si uniformizza dalla fine dell'estate durante tutto l'autunno, fino alla fine dell'inverno. Non è che durante l'autunno che si forma una vera zona del salto termico *(Sprungschicht)*. *Pfenniger* per il lago di Zurigo, di tipo temperato dà i periodi seguenti:

I) Riscaldamento da 4° C. fino al massimo dell' anno = STAGNAZIONE D'ESTATE;

II) Raffreddamento dal massimo alla temperatura che possiede il fondo: CIRCOLAZIONE PARZIALE D'ESTATE;

III) Raffreddamento dalla temperatura acquisita del fondo fino a 4° C.: CIRCOLAZIONE INTERA D'AUTUNNO.

IV) Raffreddamento da 4° C. al minimo dell'anno: = STAGNAZIONE D'INVERNO.

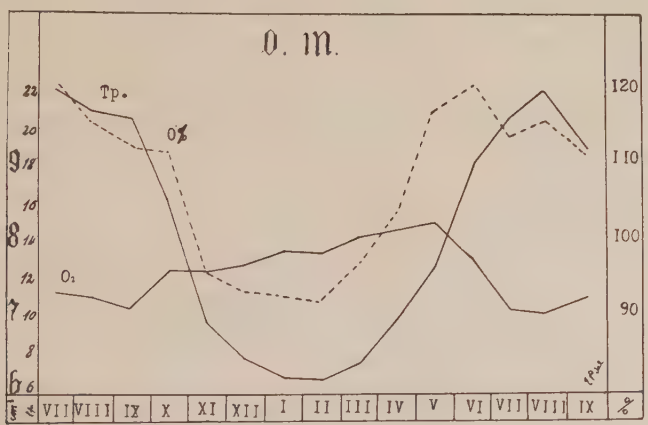
V) Riscaldamento dal minimo fino alla temperatura del fondo : CIRCOLAZIONE D'INVERNO.

VI) Riscaldamento dalla temperatura del fondo fino a 4° C.: CIRCOLAZIONE INTERA DI PRIMAVERA.

Nei laghi di tipo tropicale si nota solo una *stagnazione d'estate e una circolazione d'inverno.* Gli altri periodi non esistono.

Per il Verbano il periodo della stagnazione è terminato il 14 settembre 1934; allora inizia la circolazione d'inverno, prima parziale e poi totale il 30 gennaio 1935; in seguito incomincia una nuova stagnazione fino al mese di settembre.

La stagnazione dura 7 mesi; la circolazione 5 mesi. Per ciò che interessa il grafico termico (e potremo dire la stessa cosa per l'ossigeno, la luce ecc.) si può asserire che i valori estremi coincidono coi termini: Notte - Giorno; Estate - Inverno. (In altri termini: circolazione [minimo] stagnazione [massimo]).



Tav. IX Temperatura , ossigeno e saturazione a 0 m.

Nello spazio le variazioni corrispondono coi termini: superficie - grandi fondi.

Seguendo la terminologia del *Naumann*, la zona pelagica del Verbano appartiene al *Mesotypus* passando però anche per il termine *Oligotypus*.

La zonazione termica della massa d'acqua è uno dei fatti più importanti dal punto di vista limnologico. A parte i cicli diurni di raffreddamento e di riscaldamento delle zone epilimnetiche e che determinano delle piccole correnti locali di convezione assistiamo nel corso dell'anno a dei veri scambi d'acqua nei vari orizzonti.

La circolazione intera non dura nel Verbano che poco tempo per il fatto che le zone epilimnetiche si stratificano subito sotto l'influenza dell'irradiazione solare.

E' ovvio ricordare che le zone dove le variazioni di temperatura sono considerevoli si spingono fino a 15 - 20 m. con l'ampiezza massima a 0 m. e minima a 110 m.

$$0 \text{ m.} : 23^{0},8 - 6^{0},3 = 17^{0},5$$
$$110 \text{ m.} : 7^{0},1 - 5^{0},9 = 1^{0},2.$$

Le cause sono note. Il riscaldamento interiore per effetto dell'irradiazione solare è massimo nelle zone superficiali e rapidamente minore verso i fondi.

Benchè il lago ritardi sulle variazioni climatiche della regione esso è sottomesso alle variazioni di stesso segno dell'aria e partecipa ai periodi annuali e diurni di queste variazioni.

Le variazioni termiche in un periodo di tempo corto sono assai frequenti in estate: lo stato del cielo, i venti, le precipitazioni, l'acqua di fusione delle nevi, hanno una grande influenza sulla temperatura.

Durante i mesi estivi la temperatura non presenta delle brusche discese verso il fondo, ma si hanno invece temperature regolarmente decrescenti. Durante i mesi autunnali la zona del salto appare nettamente, ma essa scompare prima della fine di ottobre.

A tal riguardo notiamo che la zona pelagica resta dal salto divisa in :

I) *Epilimnio* (0-15; 0-20 m.) dove le variazioni sono forti con escursione diurna e annuale.

II) *Metalimnio:* zona dove la temperatura discende bruscamente.

III) *Ipolimnio:* la temperatura non varia che di qualche grado. Abbiamo constatato omeotermia il 31 gennaio 1935; la massa d'acqua si trova allora in piena circolazione (non esiste fra 0 e 110 m. che una differenza di alcuni decimi di grado).

Dalla fine di febbraio la massa del lago comincia a riscaldarsi, e le zone superficiali si riscaldano più facilmente. Lungi dall'attribuire grande importanza biologica alla zona del salto termico siamo d'accordo con *Monti :*

" La curva termica primaverile ed estiva nei nostri laghi dimostra in generale una lenta e graduale diminuzione della temperatura della superficie verso gli orizzonti profondi, e non lascia riconoscere un evidente strato del salto.

Solo alla fine dell'estate o al principio d'autunno quando è passato il periodo delle massime temperature superficiali .... allora si forma uno strato isotermo superficiale più caldo, che sovrasta all'ipolimnio molto più freddo. Lo strato del salto in tale fase appare evidente, ma è fenomeno di breve durata." (Lago di Molveno).

Per il Verbano una netta zonazione del biotopo in Epi, Meta e Ipolimnio non appare che verso la fine dell'autunno.

Quando il massimo della stratificazione termica è raggiunto allora appare anche una zonazione dell'ossigeno con forte distruzione (Zehrungsvorgänge).

La temperatura del lago durante l'anno:

Luglio 1934. (inizio delle osservazioni):

Superficie: 22°,3 Fondo: 6°,9. Ampiezza verticale massima. La stratificazione termica è regolare e presenta una diminuzione lenta e graduale della temperatura dall'epi all'ipolimnio. Il salto termico è poco marcato. Durante il

mese abbiamo costatato forti variazioni superficiali limitate solo a quota 0. La variazione è stata di 2 gradi, dipendente dallo stato del cielo e dalle precipitazioni molto abbondanti. Temperatura massima superficiale: 23°,6.

Agosto. Superficie: 21°,1 Fondo: 6°,9. Ampiezza verticale: 14°,2. Stratificazione ancora regolare, zona del salto comincia a localizzarsi fra 10 e 25 m. In questo mese cade il massimo osservato: 23°,8.

Settembre. Superficie: 20°,7. Fondo: 6°,8. Ampiezza: 13°,9. L'isocrona è ancora regolare.

Ottobre. Superficie : 16°,3. Fondo : 6°,5. Ampiezza: 9°,8. La zona del salto si trova a 15 - 35 m. L'epilimnio tende già a raffreddarsi e ad entrare in circolazione.

Novembre. Superficie: 9°,8. Fondo: 6°,1. Ampiezza: 3°,7. Le zone epilimnetiche sono tutte isotermi. Il salto termico si trova a 25 - 35 m. Il lago tende all'uniformizzazione delle temperature.

Dicembre. Superficie : 7°,9. Fondo: 6°,1. Ampiezza: 1°,8. L'isocrona è quasi rettilinea. Quasi tutta la massa d'acqua è in circolazione.

Gennaio 1935. Superficie: 6°,9. Fondo: 6°,1. Ampiezza: 0°,8. L'uniformizzazione è realizzata. (30 - I - 35: a 0 m. tp. : 6°,3.)

Febbraio. Superficie: 6°,7. Fondo: 5°,9. Ampiezza: 0,8.

Marzo. Superficie: 7°,5. Fondo: 5°,9. Ampiezza: 1°,6. L'epilimnio tende a riscaldarsi; inizio della stagnazione d'estate.

Aprile. Superficie: 9°,3. Fondo: 6°,0. Ampiezza: 3°,3. Isocrona irregolare. Zona nettamente isoterma 35-110 m.

Maggio. Superficie: 12°,5. Fondo: 6°,1. Ampiezza: 6°,4. Il riscaldamento è limitato a 5 m. La zona isoterma esiste ancora a 50-110 m. L'isocrona è tipica per i laghi insubrici.

Giugno. Superficie: 18°,2. Fondo: 6°,2. Ampiezza: 12°,0. Il riscaldamento si fa sentire fino a 20-25 m. (Fine mese a 0 m. tp.: 21°).

Luglio 1935. Superficie: 20°,6. Fondo: 6°,2. Ampiezza: 14°,4. Isocrona regolarmente decrescente.

Agosto 1935. Superficie: 22°,5. Fondo: 6°,2. Si ripete la stessa struttura che in agosto 1934.

Abbiamo visto l'andamento generale delle stagioni subacquee; partendo da queste considerazioni arriveremo nel seguito a delle conclusioni biochimiche (v. cap. III) determinate in qualche sorta dal dinamismo, dal giuoco degli scambi e degli equilibri termici tra le differenti zone d'acqua sovrapposte e le cui densità nel nostro lago di tipo tropicale sono regolarmente decrescenti dalle zone superficiali verso il fondo. Il meccanismo delle correnti di convezione è noto; noi diremo solo che durante la stratificazione l'acqua calda, più leggera, riposa sull'acqua fredda, più densa, delle profondità. Ne deriva una stratificazione pronunciata di tutti gli elementi del biotopo: gaz, trypton, e plankton. L'acqua delle grandi profondità, stagnante, non essendo mai rinnovata e per il fatto delle densità differenti, l'ossigeno che prima abbondava sui fondali subisce una forte diminuzione, la cui fisiologia sarà studiata più tardi.

Con il periodo invernale l'acqua di superficie si raffredda e discende fin dove trova acqua della stessa densità, distruggendo la stagnazione. Le zone profonde vengono così in contatto con l'acqua che prima era di superficie e si arricchisce in ossigeno. In tutte le zone dell'ipolimnio gli organismi trovano abbondantemente ossigeno; quando l'isotermia è realizzata v'è non solo omogeneità di temperatura, ma anche l'ossigeno e il plankton sono egualmente ripartiti in tutto il biotopo.

Occorre dunque vedere nella temperatura una delle valenze più importanti per l'ecologia del limnobio.

Ammettiamo così dal punto di vista bioproduttivo, che il periodo caldo è il sol periodo nel quale la sostanza organica sia ex novo sintetizzata.

I mesi d'inverno sarebbero per conseguenza improduttivi.

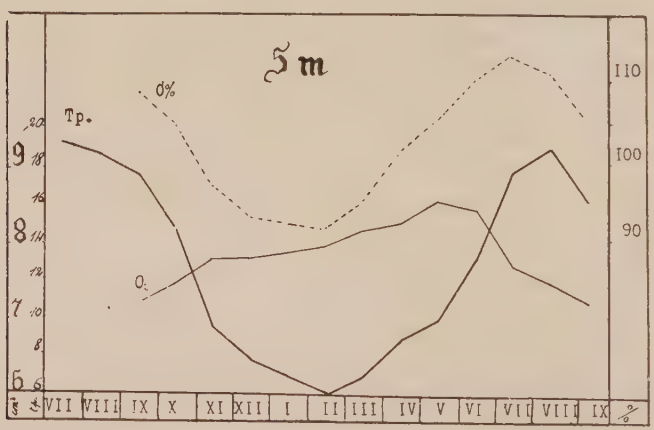
Il lago di tipo temperato, dove la temperatura della zona trofogena discende di molto al disotto di 4° C., deve presentare un vero arresto nella produzione durante i mesi d'inverno.

Ora, se noi consideriamo la produttività di un biotopo proporzionalmente al numero di generazioni che si succedono in un determinato tempo, dobbiamo concludere, date le speciali condizioni del Verbano, che la bioproduzione dei laghi tropicali non segue in tutto lo stesso ciclo che per i laghi temperati.

Ricordiamo ciò che diceva *Monti* nel 1929: " Nei laghi insubrici al contrario di quanto arriva per i laghi nordalpini non c'è mai arresto nella popolazione planktonica."

L'oligotrofia tipica del Verbano ci sembra a tal riguardo abbastanza anacronistica.

Teniamo, dopo questa parentesi, a dire che per noi la termica, l'ossigeno, la luce, le sostanze minime sono i fattori cui la fisiologia del lago è legata. Non vogliamo ammettere che le proprietà di reazione dei differenti organismi non entrino in funzione, ma esse sono piuttosto in stretta dipendenza con la fisico-chimica dell'acqua.



Tav. X Temperatura, ossigeno e saturazione a 5 m.

Massimi e minimi della temperatura del Verbano.

Tav. XI Prof.	Massimi	Minimi
0	23,8	6,3
5	22,0	6,1
10	17,6	6,1
15	15,3	6,1
20	13,4	6,1
25	10,4	6,1
30	10,3	6,0
35	8,8	6,0
50	7,7	6,0
110	7,1	5,9

Concludiamo la termica del Verbano con alcune considerazioni di carattere climatologico. Quantunque il clima abbia una considerevole influenza sulla temperatura del lago, il gran numero d'ore d'insolazione permette al lago di immagazzinare una forte quantità di calorie per cederle poi lentamente durante i mesi invernali. E' la funzione mitigatrice del clima propria dei laghi. (freno termico).

CAPITOLO III.

CHIMICA DEL LAGO.

PARTE PRIMA.

L'Ossigeno.

Tutte le raccolte d'acqua a differenti profondità sono state effettuate con un apparecchio *Friedinger* della capacità di due litri. Non abbiamo considerato le variazioni della pressione barometrica per il fatto che dal punto di vista biochimico esse non ci sembravano strettamente necessarie.

L'acqua raccolta era in seguito messa in flaconi calibrati della casa Schweder (Kiel) e analizzata col metodo di *Winkler* (cloruro di manganese e idrossido di sodio).

Le soluzioni sono costituite :

I) 100 gr. Cl_2 Mn. 4 H_2 O + 200 cm^3. dest. H_2 O

II) 100 gr. NaOH + 60 gr. JK + 200 cm^3. dest. H_2 O

Le reazioni chimiche che si succedono nell'analisi sono così riassunte :

1) 2 Mn Cl_2 + 4 NaOH → 2 Mn $(OH)_2$ + 2 NaCl

L'idrossido di manganese è una combinazione bianca che in presenza di ossigeno diventa bruna più o meno rapidamente.

2) 2 Mn $(OH)_2$ + O + H_2 O → 2 Mn $(OH)_3$

Le reazioni 1) e 2) succedono appena che si aggiungono all'acqua i reattivi preparati (3 cm^3,). L'analisi è poi continuata in laboratorio.

Si aggiungono allora 6 cm^3. di HCl 38 %.

3) 2 Mn $(OH)_3$ + 6 HCl → 2 $MnCl_3$ + 6 H_2 O.

Il cloruro manganico cede facilmente Cl e agisce su JK contenuto nella soluzione sodica.

4) 2 $MnCl_3$ + 2 JK → 2 $MnCl_2$ + 2 KCl + J_2.

Temperature medie del Bacino di Locarno (1934-35)

Tav. XII

Prof.	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Massimo	Minimo	Media	Ampiezza
0	22,3	21,1	20,7	16,3	9,8	7,9	6,9	6,7	7,5	9,3	12,5	18,2	20,6	22,5	18,9	23,8	6,3	14,7	17,5
5	19,5	18,8	17,8	14,8	9,6	7,8	6,9	6,1	6,7	8,9	9,8	13,2	17,8	19.1	16,4	22,1	6,1	12,8	15,9
10	16,3	15,8	16,1	13,6	9,5	7,8	6,9	6,1	6,5	7,8	9,3	11,5	13,9	16,4	15,6	17,6	6,1	11,5	11,5
15	12,7	14,0	13,8	12,8	9,5	7,8	6,9	6,1	6,3	7,2	8,5	10,1	10,9	14,1	15,0	15,3	6,1	10,3	9,2
20	10,0	11,6	10,9	10,9	9,4	7,4	6,9	6,1	6,2	7,2	8,0	9,3	9,4	10,1	14,2	13,4	6,1	9,1	7,3
25	8,6	9,2	9,5	9,3	8,9	7,4	6,8	6,1	6,1	6,8	7,3	8,8	8,5			10,4	6,1	7,9	4,3
30												8,4	8,3	8,5	10,3	10,3	6,1	7,4	4,2
35	7,5	8,0	8,1	7,6	7,9	7,4	6,8	6,1	6,1	6,3	6,9	7,9	7,9		8,3	8,8	6,0	7,3	2,8
40																			
50	7,1	7,3	6,9	6,8	6,9	7,0	6,8	6,0	6,0	6,4	6,5	7,3	7,0	7.0	7,4	7,7	6,0	6.3	1,7
70	6,9		6,9																
90																			
110	6,9	6,9	6,8	6,5	6,1	6,1	6,1	5,9	5,9	6,0	6,1	6,2	6,2	6,2	6,3	7,1	5,9	6,2	1,2
Epil.	19,3	18,5	18,2	14,9	9,6	7,8	6,9	6,3	6,9	8,6	10,5	14,3	17,4	19,3	16,9			13,2	
Ipol.	8,5	9,5	8,9	8,9	8,1	7,1	6,7	6,0	6,1	6,6	7,2	8,2	8,3	9,1	10,2			7,9	
Media	11,7	12,5	11,7	10,9	8,6	7,3	6,7	6,0	6,3	7,9	9,2	10,5	11,7	12,9	12.4			9,7	

Si mette dunque in libertà il jodio che nel seguito vien titolato con tiosolfato 0,01 N;

Riassumendo :

1) $MnCl_2 + 2\ NaOH \rightarrow Mn\ (OH)_2 + 2\ NaCl$

2) $4\ Mn\ (OH)_2 + O_2 + H_2\ O \rightarrow 4\ Mn\ (OH)_3$

3) $4\ Mn\ (OH)_3 + 12\ HCl + 4\ JK \rightarrow 4\ MnCl_2 + 4\ KCl + 12\ H_2\ O + 2\ J_2$.

La reazione fondamentale della titolazione è la seguente :

$$\underset{\text{tiosolfato}}{2\ Na_2\ S_2\ O_3} + J_2 \rightarrow 2\ NaJ + \underset{\text{tetrationato}}{Na_2\ S_4\ O_6}$$

joduro

Come indicatore si utilizza una soluzione di amido. Ogni cm^3. di 0,01 N. $Na_2\ S_2\ O_3$ vale : $\frac{32}{4.100} = 0{,}08$ mg. O_2.

ossia : $\frac{22{,}420}{4.100} = 0{,}056\ cm^3\ O_2$.

Per conseguenza il calcolo dell'ossigeno risulta :

$$cm^3\ O_2 = \frac{1000.\ X.\ 0{,}056}{V - 6}$$

X = numero dei cm^3. di $Na_2\ S_2\ O_3$

V = volume del flacone

6 = 3 cm^3 di $MnCl_2$, 3 cm^3. di NaOH + JK;

La titolazione del tiosolfato si effettua con il bijodato di K., metodo indicato da *Maucha*, e che ci sembra eccellente e rapido.

(10 cm^3 di una soluzione di $KH\ (JO_3)_2$: 0,325 gr. in 1000 cm^3 $H_2\ O$ + 0,5 gr. JK + 5 cm^3 10 % HCl.)

L'equazione è così stabilita :

$KH\ (JO_3)_2 + 10\ JK + 11\ HCl \rightarrow 11\ KCl + 6\ H_2\ O + 6\ J_2$

si titola il jodio con la soluzione di tiosolfato :

$$\varphi = \frac{X}{\beta}$$

φ = titolo di $Na_2\ S_2\ O_3$

X = volume di $KH\ (JO_3)_2$

β = volume di $Na_2\ S_2\ O_3$.

Quantunque la titolazione possa essere effettuata rapidamente abbiamo aggiunto alla soluzione 0,01 N. di tiosolfato, 10 cm^3. di alcool isobutilico (per litro) che mantiene invariato il titolo per vari mesi.

Per il calcolo avendo sempre da effettuare delle analisi in serie abbiamo adottato per ogni flacone una costante

$$K = \frac{0{,}056.1000}{V - 6}$$

di modo che per il calcolo dei cm^3 non ci restava che moltiplicare K, per il numero dei cm^3 N. 0,01 $Na_2 S_2 O_3$ utilizzati

In più nel corso delle nostre ricerche ogni profondità aveva un suo determinato flacone.

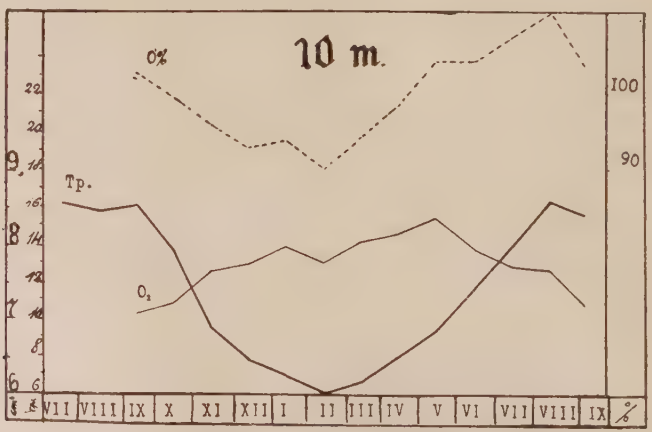
Per il calcolo delle saturazioni abbiamo adottato i valori forniti da *Maucha* e che differiscono un po' dai dati classici di Birge e Juday.

$$V = \frac{\beta\ (760 - f)\ n\ s}{760.100}$$

Per il % delle saturazioni si ha :

$$\% = \frac{O_2}{O'_2}\ .\ 100$$

O_2 = numero di cm^3. O_2 trovati
O'_2 = numero di cm^2. O_2 teorici (= saturazione.)

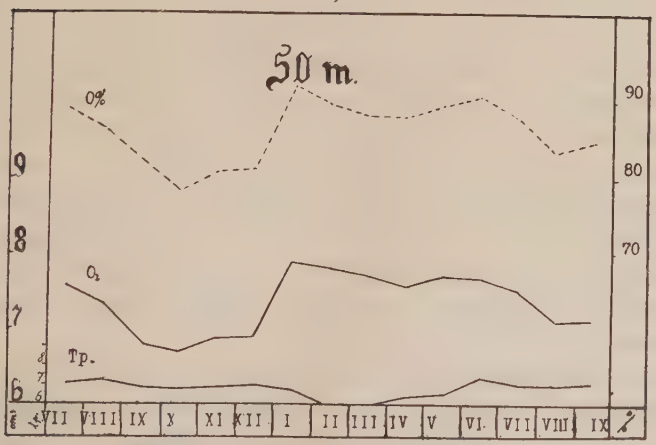


Tav. XIII Temperatura , ossigeno e saturazione a 10 m.

Valori di saturazione secondo Maucha.

Tav. XIV

Temperatura in C.	Cm.³ O_2 /Litro
0	10,19
1	9,91
2	9,64
3	9,39
4	9,14
5	8,91
6	8,68
7	8,47
8	8,26
9	8,06
10	7,87
11	7,69
12	7,52
13	7,35
14	7,19
15	7,04
16	6,89
17	6,75
18	6,61
19	6,48
20	6,36
21	6,23
22	6,11
23	6,00
24	5,89
25	5,78
26	5,67



Tav. XV Temperatura, ossigeno e saturazione a 5 o m.

Per maggior precisione nei calcoli, diamo nel seguente specchietto i valori della saturazione per i decimi di grado.

Tav. XVI

Tp.	Saturazione
7	8,47
6,9	8,49
6,8	8,51
6,7	8,53
6,6	8,55
6,5	8,57
6,4	8,59
6,3	8,61
6,2	8,63
6,1	8,65
6,0	8,68

* * *

Diciamo subito, prima di entrare nei dettagli, che il lago di Locarno non può entrare nella categoria dei laghi oligotrofi tipici di *Thienemann*. *Haempel* nel 1930 lo classifica nella categoria degli STENO-OLIGOTROFI (Tanytarsussseen). Ecco la descrizione che dà *Haempel* nella sua "Fischereibiologie der Alpenseen":

"... der See gehört somit zu den eigentlichen blauen Seen und ist ein typisch steno-oligotrophes Gewässer, welches in kristalline Schiefer eingebettet ist...."

Più lungi aggiunge:

"....Alle genannte Seen sind mit Ausnahme gewisser Seebuchten und arme ausgesprochen nährstoffarm, daher ist die quantitative Entwicklung des Phytoplankton und damit auch des planktogenen Detritus und Zooplankton gering.... Die tropholitische Schicht bleibt auch in der Stagnationperioden O_2 reich. Das herabsinkende Plankton wird wenig zersetzt sodass bei diesen Seen die relativ geringe Menge des sediementierten organischen Detritus kompensiert wird durch den grösseren Nährstoffgehalt dieses Niederschlages."

Se nelle grandi linee noi siamo d'accordo con Haempel vedremo che il nostro lago non segue in tutto il medesimo ciclo dei laghi oligotrofi. In realtà non abbiamo mai consta-

tato delle condizioni d'azoicità totale, vale a dire disparizione totale dell'ossigeno nelle profondità da noi studiate.

Nei grandi fondali del lago (372 m.) per la morfometria potremo forse vedere oligotrofia tipica (R. Monti ha dimostrato il contrario), propria ai grandi laghi alpini.

Che il bacino di Locarno possa allontanarsi un po' dal tipo oligotrofo è quanto cercheremo di dimostrare.

E' ovvio ricordare che la ripartizione dell'ossigeno nell'acqua dei laghi è funzione della temperatura e della pressione. Il fattore temperatura ci spiegherà solo alcune questioni sul contenuto ossigeno; per il fatto che il nostro lago non presenta dal punto di vista termico che due periodi ciò ci faciliterà il compito.

E' così che il massimo di ossigeno nelle grandi profondità corrisponde con la circolazione, in seguito alle correnti di convezione che si determinano nell'acqua. La ripartizione dell'O_2 in profondità non è solamente sottomessa a dei fattori puramente fisici ma anche a dei fattori d'ordine biogeno aventi la loro origine nelle innumeri associazioni animali e vegetali che popolano il biotopo lacustre.

Trascuriamo completamente la parte littorale ove la vegetazione degli HEMERSI e SUBMERSI HERBOSA per la loro propria fisiologia e ove dei fenomeni meccanici ordinari arricchiscono l'acqua in O_2, acqua che deve sempre essere a 100 % e anche superiore. Ci siamo limitati nelle nostre ricerche al biotopo pelagico. Ben a ragione *Minder* dice: " .... kann der Sauerstoffgehalt als Ausdruck, sogar als Masstab für die Dichte der Biozönose genommen werden."

In altre parole: il contenuto in ossigeno di una zona determinata è influenzato, è vero dalla temperatura e dalla pressione, ma anche, in un largo limite, dal metabolismo degli esseri acquatici.

Per rendere più accessibile ciò che segue, riportiamo la divisione di Thienemann, per la massa d'acqua pelagica (da notare che fin'ora alcun lago sudalpino ha subito lo stesso studio: v. *Pelloni. Osservazioni bioittologiche sulla pesca di ripopolamento del coregono 1934).*

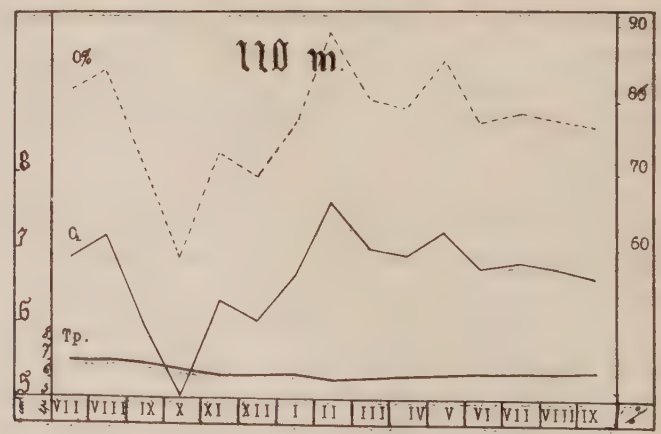
I) La zona 0-10 m. che grazie alla presenza di fitoplantonti provvisti di clorofilla possono arrivare alla sintesi di sostanze viventi, si chiama zona TROFOGENA. Da ricordare che in questa zona la vita autotrofa predomina sull'eterotrofa.

II) La zona 10 m.— fondo, ove la vita vegetale non può esistere per la diminuzione e poi l'assenza di radiazioni luminose si chiama TROFOLITICA. La vita eterotrofa è il fatto predominante in questo biotopo. Da una parte dunque biogenesi, dall'altra biolisi.

Da queste due espressioni trarremo le più importanti conclusioni per l'economia del lago.

Occorre tuttavia dire che la delimitazione della zona trofogena a 10 m. può sembrare un po' arbitraria. Forse per i laghi sudalpini situati sotto un cielo dei più bleu, dove l'aria è sempre chiara e l'intensità luminosa molto forte, la zona trofogena può discendere di più.

E' logico che il quoziente $\frac{\text{trofolitica}}{\text{trofogena}}$ varierà secondo lo spessore della zona trofogena che proporzionalmente è la più ricca in ossigeno. Così per es. la sovrassaturazione in O_2 nel nostro lago non è rara fino a 20 m. di profondità.



Tav. XVII Temperatura, ossigeno e saturazione a 110 m.

Per spiegare questo fatto si possono far intervenire le correnti di convezione, che tendono a uniformizzare il lago anche nel suo contenuto in ossigeno. Ma bisogna supporre una grande quantità di fitoplankton.

Per poter fare dei paralleli dei nostri risultati con quelli ottenuti sui laghi nordalpini accettiamo la divisione proposta dal Thienemann (1928).

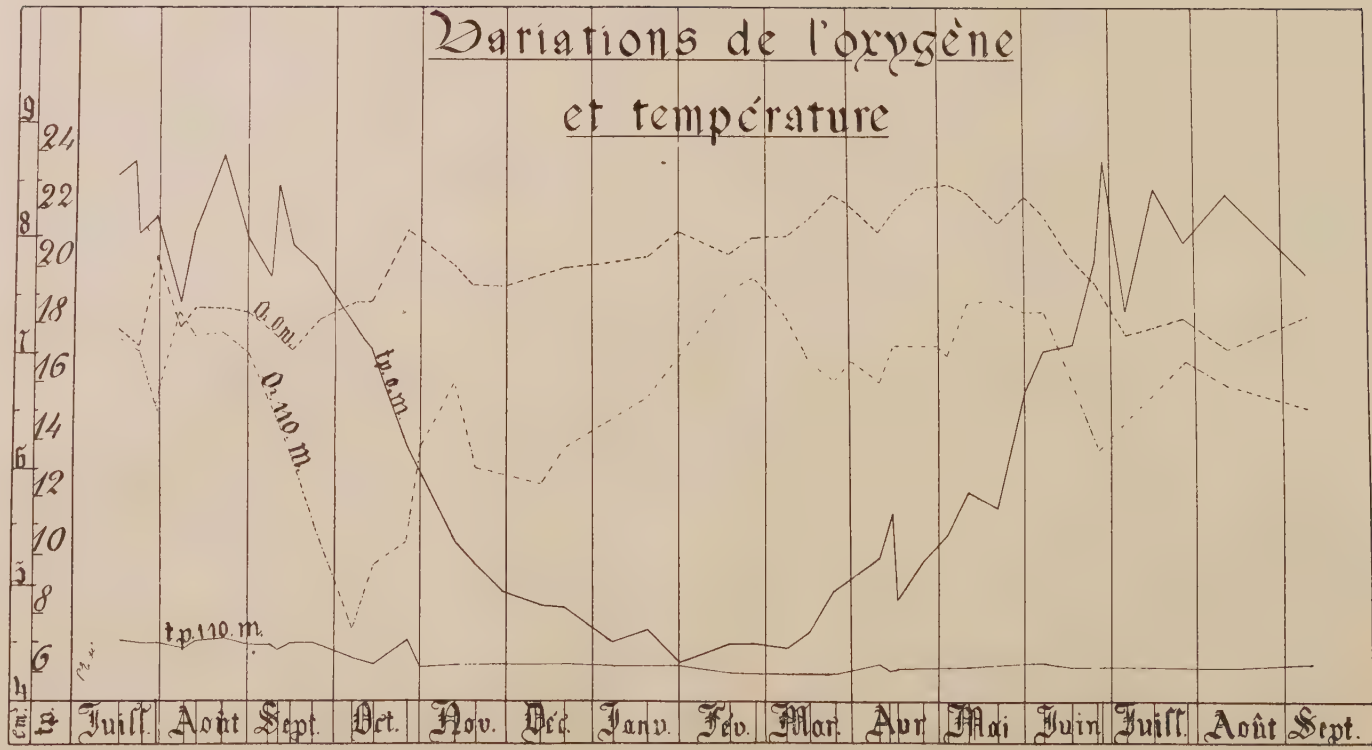
Il 58 % dei mesi dell'anno le zone superficiali sono sovrassature in O_2. Le zone profonde (110 m.) invece non arrivano mai ai valori di saturazione quantunque la temperatura si mantenga costante o quasi tutto l'anno.

Tav. XVIII.

Prof.	Mass.	%	Min.	%	Media
0 m.	8,42	106,3	7.00	118,8	7,65
5	8,82	113,5	7,04	108,6	7,64
10	8,74	107,6	6,71	94,7	7,74
15	8,16	107,1	5,51	76,1	7,23
20	8,27	99,1	6,87	85,8	7,66
25	7,81	97,8	6,64	82,1	7,39
30	8,18	99,4	7,12	86,8	7,61
35					
40	8,04	94,9	7,00	83,1	7,61
50	7,87	93,9	6,45	76,1	7,35
70	7,77	91,6	7,07	81,4	7,38
90	7,54	87,5	7,08	82,6	7,20
110	7,64	87,8	4,58	53,3	6,65

La massima variazione si trova a 110 m. con 3,06 cm^3. O_2/L. e la si deve attribuire alla predominanza dell'eterotrofia sull'autotrofia. Nelle zone metalimnetiche e ipolimnetiche superiori i due termini si equilibrano e arrivano a una certa costanza nella produzione ossigeno (O_2 Produktion.)

Il regime dell'ossigeno nel nostro lago è un po' differente da quanto succede nei laghi classici: Bodensee, Lemano, lago di Neuchâtel.



Tav. XIX. Variazioni dell'ossigeno e temperatura.

Tav. XX. Prof.	Massimi della Tp.	Minimi O^2
0	VIII	IX
5	VIII	IX
10	VII	IX
15	VII	VIII
20	IX	VIII
25	IX	X
30	VIII	IX
35	IX	IX
50	VI	X
110	VIII	X

Non si constata sincronismo fra i massimi di temperatura e minimi di ossigeno tranne a 35 m. Secondo *Auerbach* (1926) lo stesso caso capita per il Bodamico. Durante tutto l'anno, a partire da 20 m. l'acqua non arriva mai a dei valori $>$ 100 %.

Consultando lo specchietto annesso si vede che le più forti variazioni si trovano a 15 e a 110 m.. Tali variazioni sono da interpretare differentemente: nella zona trofogena dove l'autotrofia predomina sull'eterotrofia, l'attività fotosintetica delle alghe fa che le variazioni siano molto marcate, ed esiste in più un accrescimento in O_2 (variazione positiva); il più in ossigeno dei valori di saturazione è così funzione dell'attività vitale dei fitoplanktonti che d'ordinario sfuggono dalle zone troppo rischiarate della superficie per rifugiarsi a una profondità ove trovano il loro optimum d'intensità fotica.

Tav. XXI. Prof. in m.	Variazione in cm^3
0	1,42
5	1,78
10	2,03
15	2,61 *
20	1,40
25	1,17
30	1,06
35	1,61
40	1,04
50	1,42
70	0,70
90	0,46
110	3,06 *

A 110 m. invece è l'eterotrofia che si stabilisce su di una vasta scala e che utilizza l'ossigeno in processi fisiologici diversi; i massimi di ossigeno a 110 m. coincidono giustamente con la circolazione invernale, i minimi coincidono invece con la fine della stagnazione.

Per le zone superficiali i massimi coincidono con il mese di maggio, i minimi cadono nel mese di settembre. Il massimo assoluto constatato durante il mese di maggio dà: 8,82 cm^3./L. = 110 % (3 maggio1935). Il 30 maggio a 5 m. di profondità abbiamo constatato il più forte contenuto in O_2: 8,82 = 113,5 %.

Cercheremo ora di analizzare queste oscillazioni. Abbiamo già fatto rimarcare che la temperatura non ha che un ruolo secondario; è così che in inverno non si notano mai massimi di O_2 che cadono invece in primavera quando la temperatura dell'acqua è in aumento. I più forti valori della saturazione arrivano nel mese di maggio-giugno. Solo i mesi di novembre, dicembre, gennaio, febbraio e marzo presentano nella zona trofogena dei valori inferiori a 100 %.

La diffusione atmosferica dell'O_2 non ci spiega questo accrescimento; occorre allora far intervenire un fattore nuovo: il fitoplankton. E' con l'accrescimento primaverile delle alghe limnetiche del tipo Ceratium, Dynobrion, Asterionella, che sono straordinariamente sviluppate, che cade il massimo di O_2 alla superficie del lago: tale biogena influenza si fa sentire soprattutto nella zona 0-10, 0-15 m., un po' al disotto del pelo del lago, per il fatto che il debole spessore di acqua impedisce le azioni necrotiche delle radiazioni ultra-spettrali dei raggi solari, ed è là che le alghe trovano il livello optimum per la loro complessa ecologia.

I fitoplanktonti, è vero, reagiscono all'intensità luminosa con apparecchi protettori e con olii diversamente colorati; solo le cloroficee quantitativamente rare nel lago non potendo fabbricarsi alcun filtro speciale, abbandonano le zone superficiali e presentano il loro massimo a una profondità determinata dalle loro esigenze fisiologiche.

Ripartizione orizzontale dell' ossigeno.

Possiamo dire subito che i valori per una stessa temperatura e uno stesso stato del lago sono quasi costanti, ciò che biologicamente significa: CHE LA FISIOLOGIA DEL LAGO E' LA STESSA PER TUTTO IL BIOTOPO; (ci limitiamo sempre alla parte pelagica). Il 18 febbraio 1935, la massa lacustre è ancora in piena omeotermia e l'ossigeno è uniformemente ripartito. Notiamo però una certa diminuzione alla stazione IV; tale punto è situato nelle vicinanze degli sfoci delle acque residue della città di Locarno; si stabiliscono là dei fenomeni di biolisi che determinano una considerevole distruzione di ossigeno come Surbeck e Steinmann (1918) hanno mostrato:

1 gr. di albumina per ossidarsi utilizza L. 1,611 O_2
1 gr. di grasso per ossidarsi utilizza L. 2,015 O_2
1 gr. di idrati di carbonio per ossid. utilizza L. 0,829 O_2

(da notare che L. 1,611 O_2 sono contenuti in 229 L. d'acqua a 15° C.).

Tutti i detriti organici, trypton e planktonti sono durante questo periodo presi nel giuoco della circolazione e distribuiti in tutta la massa del lago e il consumo ossigeno non è molto considerevole e soprattutto non è LOCALIZZATO. Durante l'inverno l'attività delle alghe non arriva a saturare l'acqua. I fenomeni distruttori e produttori non sono considerevoli; il riposo del lago non è però realizzato, la temperatura superficiale e la luce permettendo ai zoo e fitoplanktonti l'accompimento delle loro funzioni normali.

Tav. XXII. *25 giugno 1935.*

Stazione	Tp.	O_2	O_2 %
I	18,2	8,16	123,4
II	19,3	7,55	116,5
III	19,3	7,81	120,5
IV	20	7,81	122,5
V	20,1	7,55	118,7
VI	19,9	7,69	118,6
VII	20	7,63	119,9
VIII	19,9	7,67	118,3

Occorre notare i fatti regionali delle correnti regolari (inverna) che apportano giornalmente dei deboli aumenti di ossigeno. Così per es. il 24 marzo 1935 abbiamo notato durante l'intervallo di un'ora un'accrescimento di 8,34 — 8,46 = 0,12 cm^3. /L..

Dallo specchietto precedente appare subito che la costanza degli scambi gassosi del lago perdura anche durante la stagnazione.

Verso la fine della stagnazione anche nelle profondità, la distribuzione dell'ossigeno è una delle più costanti :

I	II	III	IV
7,30	6,66	6,29	6,59

(il punto I° presenta valori elevati per il fatto che non abbiamo raggiunto il fondo: la serie delle stazioni si svolge in senso longitudinale).

Possiamo così dire che il bacino di Locarno PRESENTA DURANTE TUTTO L'ANNO LA STESSA GRANDEZZA NEGLI SCAMBI GASSOSI.

Il 3 maggio tutta la zona trofogena è sovrassatura e ciò è attribuibile senza dubbio al fitoplankton.

Tav. XXIII.

Prof.	Tp.	O_2	O_2 %
o m	11,3	8,32	109,0
1	11,1	8,40	109,5
2	10,9	8,42	109,3
3		8,39	107,8
4		8,40	107,9
5	10,2	8,52	108,8
6		8,49	108,4
7			
8		8,45	107,9
9		8,46	108,1
10	10,05	8,56	108,7

I più forti valori della saturazione si trovano a 2m. per quanto abbiamo detto più avanti circa la sensibilità delle alghe alle radiazioni luminose.

Già nel metalimnio notiamo dei valori inferiori alla saturazione.

Tav. XXIV. *25 giugno 1935 (ore 24).*

Prof.	Tp.	O_2	O'_2 %	$CaCO_3$ mg./L
0 m.	21,4	7,47	120,8	40,03
0,50		7,48		40,03
1		7,91		40,03
2	18,0	7,63	115,4	40,03
3		7,56		35,03
5	15,4	7,89	113,0	35,03
10	12,6	7,91	106,7	35,03

Le zone epilimnetiche sono tutte sovrassature anche durante la notte (la curva termica è regolarmente decrescente, non esiste ancora metalimnio nettamente differenziato). Se facciamo il parallelo con i dati di giorno notiamo che i massimi di saturazione scompaiono (1, 2, 3 m.) durante la notte e ciò per la forte utilizzazione dei zooplanktonti che son saliti alla superficie (migrazioni verticali). In più le alghe non producono ossigeno ma lo utilizzano per la respirazione.

Durante la notte esiste l'equazione :

Fenomeni produttori O_2 < Fenomeni distruttori.

Anche per il carbonato di calcio vediamo che tende a ricostituirsi in seguito all'accumulazione di CO_2, gaz prodotto nella respirazione.

Malgrado la predominanza di "*Zehrungvorgänge*" da notare la sovrassaturazione della zona trofogena, ciò che indica che il lago di Locarno è ben lungi DALL'ESSERE UN LAGO "PHYTOPLANKTONARM".

Tav. XXV. *26 giugno 1935 (ore 12).*

Prof.	Tp.	O 2	O'2 %	Ca Co3 mg./L.
0 m.	22,5	7,37	121,8	40,03
0,50		7,60		35,03
1		8,03	120,3	35,03
2	17,3	8,06		35,03
3		8,03		35,03
5	15,6	7,79	112,0	35,03
10	10,9	7-77	100,9	40,03 ?

Anche durante il giorno l'epilimnio è sovrassaturo. Una certa accumulazione a 1, 2 e 3 m. è dovuta all'azione clorofilliana: durante la notte l'ossigeno è mantenuto in loco, dalle temperature decrescenti.

Per ciò che concerne il carbonato di calcio si nota che le alghe lo decompongono nella loro complessa funzione.

In conclusione durante il giorno abbiamo :

Fenomeni produttori > Fenomeni distruttori

Tav. XXVI. *Variazioni dell'ossigeno durante 24 ore.*

Prof.	25 VI giorno	25 VI notte	26 VI giorno
0 m.	7,59 (120,5)	7,47 (120,8)	7,37 (121,8)
5	7,80 (115,0)	7,89 (115,4)	7,79 (112,0)
10	7,62 (108,2)	7,91 (113,0)	7,77 (100,9)

In conclusione diremo che nell'epilimnio si stabilisce una quantità considerevole di ossigeno autoctono e di cui una certa parte entra nell'atmosfera e un'altra viene dalle correnti di convezione condotta nell' ipolimnio.

❀ ❀ ❀

Distribuzione dell'ossigeno nelle profondità.

Secondo *Bröndstedt* e *Wesenberg* nel Fürsee (1908-1909).

I) L'ossigeno è distribuito in modo omogeneo all'epoca della circolazione delle acque.

II) Durante la stagnazione l'ossigeno diminuisce nelle

profondità e questa diminuzione si mantiene durante tutta l'estate.

La nozione principale è che l'ossigeno delle grandi profondità del lago di Locarno non discende mai al disotto del 50 % della saturazione.

Il regime dell'ossigeno si mantiene nelle grandi linee nel tipo OLIGOTROFO; in generale non abbiamo mai notato una considerevole diminuzione dell'O_2 nel metalimnio: questa potrebbe essere la seconda ragione in favore dell'OLIGOTROFIA.

Thienemann (1925) dice per i laghi OLIGOTROFI :

" Sauerstoffgefälle von der der Oberfläche zur Tiefe gleichmässig ohne Verstärkung im Metalimnium. Die O_2 Kurve durchdringt also die Tp. Kurve beim oligotrophen Seetypus im Hochsommer gradlinig .... "

Come si comporta l'ossigeno nei differenti orizzonti del bacino di Locarno ? Abbiamo già menzionato quanto capita per l'epilimnio: il grafico n.ro XL mostra che durante 6 mesi l'Epilimnio è inferiore ai valori normali della saturazione. Il massimo cade durante il mese di maggio quando la vegetazione limnetica è nel parossismo del suo sviluppo.

I grafici n.ro IX - X - XIII - XV - XVII spiegano le oscillazioni nell'epi e nell'ipolimnio. Durante la stagnazione si nota una notevole distruzione di O_2 nella zona trofolitica ed è in questa zona (110 m.) che verso la fine della stagnazione cadono i minimi constanti nella ripartizione verticale.

Durante il mese di Luglio, per il fatto che la circolazione regna ancora nell'ipoliminio, le zone di fondo sono ancora riccamente ossigenate. Quando la stagnazione estivale raggiunge il suo massimo sviluppo le cose cambiano: l'andamento generale della curva ossigeno mostra una certa distruzione dell'O_2 già nel metalimnio e nell'ipolimnio superiore, ma i massimi assoluti non si hanno che a 110 m. (inizio di ottobre 4,58 cm^3. /L. = 53,3 %). Nell'ipolimnio la stratificazione d'estate non scompare che nel mese di dicembre. Nelle zone epi e metalimnetiche che si raffreddano sensibilmente si tende, grazie alle correnti di convezione, a una certa uniformizzazione dell'ossigeno.

Per la discesa del zooplankton dovuta ai moti convettivi il minimo tende a trovarsi verso 40 - 50 m. Durante i mesi di gennaio e febbraio, quando l'omeotermia è raggiunta l'ossigeno si trova regolarmente distribuito a tutti gli orizzonti; a 110 m. esso va sempre crescendo fino a raggiungere il suo massimo, il 27 febbraio con cm^3. 7,64 = 87,3 %. Graficamente la ripartizione verticale dell'ossigeno può essere rappresentata da una linea retta: UNIFORMIZZAZIONE E OMEOTERMIA.

Nel mese di marzo si nota un debole accrescimento nelle zone epilimnetiche ma persiste sempre l'uniformizzazione dell'ipolimnio: la stratificazione termica inizia con un riscaldamento delle zone superficiali (IV - V).

Durante i mesi di giugno - luglio la distribuzione è una delle più normali.

Vediamo ora le oscillazioni dell'ossigeno nelle diverse stagioni lacustri.

I) Stagnazione d'estate 1934.

(Fino al 14 settembre 1934.)

L'acqua è sovrassatura fino a 10 - 15 m. (il mese di novembre presenta ancora dei valori di più di 100 %).

Nell'ipolimnio verso la fine del periodo scomparsa marcata di ossigeno.

Valore massimo : 7,89 = 112,9 % (15 m.)
Valore minimo : 5,55 = 75,9 % (15 m.)

Il minimo di cm^3. 5,55 si trova a 15 m. là dove c'è forte consumo di O_2 in seguito alle funzioni respiratorie dei zooplanktonti.

Valori dell'ossigeno durante la stagnazione :

Tav. XXVII.

Zona	O 2	O'2 %	Tp.
Epilimnio	7,23	110,7	18,6
Ipolimnio	7,00	86,6	8,9
Fondo	6,67	78,3	6,8

II) Circolazione d'inverno 1934-35.

(14 settembre 34 - 30 gennaio 1935)

L'epilimnio è saturo fino all'inizio di novembre. La zona del salto termico scompare durante il mese di novembre. all'inizio della circolazione i valori minimi si trovano nelle zone di fondo. In seguito, per le correnti di convezione il fondo si disinfetta e si arricchisce in ossigeno.

Valore massimo : 8,74 = 107,6 % (10 m.)
Valore minimo : 4,58 = 53,3 % (110 m.)

Valori dell'ossigeno durante la circolazione :

Tav. XXVIII.

Zona	O_2	O'_2 %	Tp.
Epilimnio	7,69	97,3	9,8
Ipolimnio	7,09	85,2	7,7
Fondo	5,82	67,4	6,2

(La sovrassaturazione del mese di ottobre nell'epilimnio è attribuibile allo sviluppo autunnale del fitoplankton a diatomee).

III) Stagnazione d'estate 1935.

(30 gennaio - 9 settembre 1935).

I più forti valori assoluti e relativi cadono in questo periodo. Il mese di febbraio anche nell'epilimnio non presenta saturazione, la quale comincia a 5 metri, il 24 marzo. Nel seguito i valori superiori a 100 % aumentano in potenza fino a raggiungere la profondità di 20 metri.

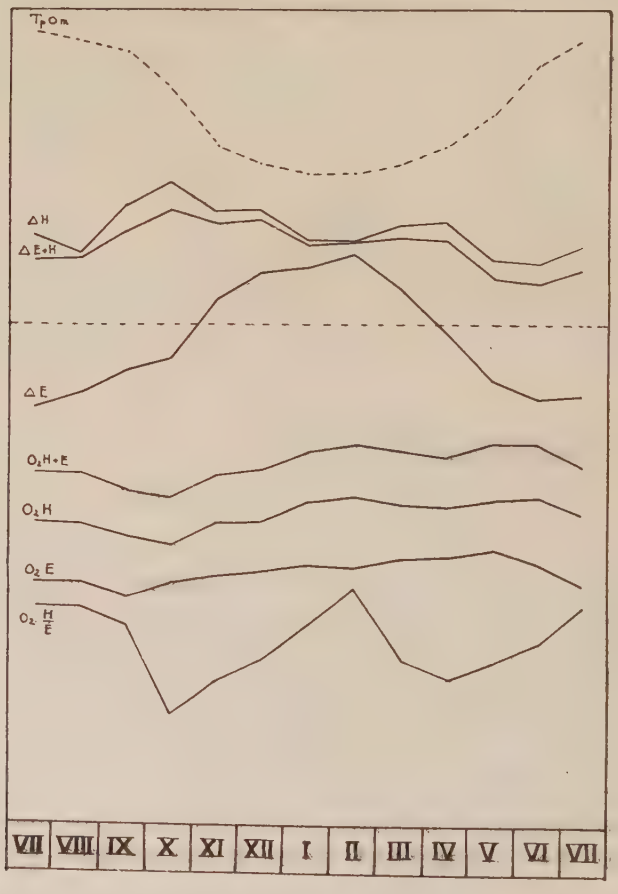
Possiamo dire che per il lago di Locarno la zona di 20 metri rappresenta la profondità massima, raggiunta dalla sovrassaturazione in ossigeno. Dal mese di giugno questa zona si restringe e nel mese di luglio non arriva più che a 15 metri, per comprimersi ancora di più nei mesi seguenti.

Valore massimo : 8,82 = 113,3 % (5 m.)
Valore minimo : 6,12 = 70,5 %

Valori medi durante la stagnazione :

Tav. XXIX. Zona	O	O %	Tp.
Epilimnio	7,84	103,1	12,5
Ipolimnio	7,43	91,5	8,7
Fondo	6,98	64,1	6,1

Non abbiamo mai constatato una saturazione dell'acqua nelle zone inferiori a 20 metri durante i due periodi di



Tav. XXX Valori 02 secondo il metodo di Thienemann.

circolazione studiati: occorre vedere in questo fatto che il bacino di Locarno NON E' COSI' OLIGOTROFO COME SI CREDE (STENO-OLIGOTROFO ?); ma dal fatto che l'arricchimento epilimnetico non arriva mai a coprire anche in parte il deficit del meta e ipolimnio superiore, si deve vedere che le biocenosi vi sono talmente intense da impedire dei valori di saturazione superiori a 100 %.

❦ ❦ ❦

Valori numerici dell'ossigeno (secondo il metodo Thienemann 1928).

Spiegazioni dei termini e dei segni :

O_2	cm^3. calcolati nell'analisi
O'_2	valore teorico della saturazione
O'_2 %	% della saturazione
Tp.	temperatura
Prof.	profondità
E	epilimnio (zona trofogena: 0 - 10 m.)
M	metalimnio } (zona trofolitica)
H	ipolimnio } (zona trofolitica)
O_2 E	numero di cm^3. dell'epilimnio
O_2 H	numero di cm^3. dell'ipolimnio
O_2 H/E	quoziente tra i valori O_2 H e O_2 E.
O_2 E + H	ossigeno totale del bacino (O_2 E + O_2 H)
△ E	deficit dell'ipolimnio rispetto ai valori di saturazione
△ H	deficit dell'ipolimnio rispetto ai valori di saturazione
△ E + H	deficit di tutto il bacino rispetto ai valori di saturaz.
O_2 A	quantità di ossigeno espresso in cm^3. per compensare il deficit del lago.

I dati morfometrici del bacino di Locarno sono stati stabiliti colla formola :

$$(A + B + \sqrt{A\,B})\ \frac{H}{3}$$

A = superficie della curva di livello superiore.

B = superficie della curva di livello inferiore.

H = equidistanza.

Il bacino di Locarno limitato dalla Maggia e il punto 215 stazione F. F. S. St. Nazzaro presenta i valori morfometrici seguenti :

Volume dell'epilimnio (0 - 10 metri).
m^3. 144.900.000.

Volume dell'ipolimnio (10 m. - 110)
m^3. 929.050.000.

Volume totale del bacino
m^3. 1.073.950.000.

Superficie del bacino
Km.^{2} 15,00.

Profondità media V/S = m. 71,6.

Volume E in % del volume totale = 13,4.

Esempio di calcolo.

I. — Calcolo di O_2 E. *6 ottobre 1934.*
Tav. XXXI.

prof.	Tp.	O_2	O'_2	O'_2 %
0	18	7,42	6,61	112,3
5	16,4	7,18	6,83	105,1
10	14,9	6,97	7,05	98,8
media	16,4	7,19	6,83	

Ossigeno di tutto l'epilimnio del bacino di Locarno : m^3. 144.900.000. 7190 cm^3. = 10411.10^8 cm^3.

2. — Calcolo di O_2 H :

Tav. XXXII.

Prof.	Tp.	O_2	O'_2	O'_2 %
15	13,8	6,95	7,22	96,2
25	8,7	6,64	8,12	81,7
35	7,1	6,62	8,44	78,4
50	6,6	6,88	8,55	80,2
110	6,4	4,58	8,59	53,3
media	8,5	6,33	8,16	

Ossigeno in tutto l'ipolimnio del bacino di Locarno : O_2 H: m^3. 929.050.000. 6330 cm^3. = $58.802.10^8$ cm^3.

3. — Calcolo di tutto l'ossigeno del bacino : O_2 E + H.

10411.10^8 cm^3.

58802.10^8 cm^3.

O_2 E + H = 69213.10^8 cm^3.

4. — Calcolo di O_2 H/E (quoziente tra il contenuto in ossigeno della zona trofolitica e il contenuto O_2 della zona trofogena).

$$O_2 \text{ H/E } \frac{58802.10^8}{10411.10^8} = 5{,}64.$$

5. — Calcolo di $\triangle$ E vale a dire l'ossigeno che manca o che è in più nell'epilimnio per raggiungere i valori normali di saturazione.

(Se v'è sovrassaturazione $\triangle$ E diventa negativo).

6 ottobre 1934

contenuto medio di E nella zona 10 - 0 m. 7,19 cm^3.

Temperatura media dell'epilimnio 16^0,4 C.

Saturazione corrispondente a 16^0,4 6,83.

Deficit dell'E. = $\triangle$ E : 7,19 — 6,38 = — 0,36 (sovrassaturazione).

6. — Calcolo di $\triangle$ H vale a dire l'ossigeno che manca nell'ipolimnio per raggiungere i valori normali di saturazione.

6 ottobre 1934.

Contenuto medio dell'Ipolimnio 6,33 cm^3. /L.

Temperatura media dell'Ipolimnio 8^0,8 C.

Saturazione corrispondente a 8^0,8 : 8,10.

Deficit dell'Ipolimnio $\triangle$ H: 8,10 — 6,33 = 1,77 (H è +).

7. — Calcolo di tutto il deficit del lago :

Deficit totale dell'Ep. — 0,36. 144.900.000 = 5216.10^7 cm^3.

Deficit totale dell'Ip. 1,77. 929.050.000 = 16444.10^8 cm^3.

$\triangle$ E + H = 15922.10^8 cm^3.

E' interessante di calcolare il deficit del lago espresso in cm^3./L.; non c'è che da dividere il deficit totale per il volume del lago espresso in L^4. v. a. d.

$$\triangle E + H = \frac{15922.10^8}{1.073.950.000.10^3.} = 1,51$$

Nel caso specifico nell'epilimnio non abbiamo deficit: c'è piuttosto biogenesi. Nell'ipolimnio invece abbiamo un deficit marcato. In natura questo deficit vien compensato dalla diffusione atmosferica e risulta così interessante di calcolare quanto ossigeno deve diffondere per compensare $\triangle E + H$.

Si ha così il

8. — Calcolo di O_2 A (O_2 Aufnahme Th.).

$$O_2 A = \frac{\triangle H + E. \text{ Volume del lago. } 10^3.}{\text{Superficie del lago in cm}^2.}$$

nel nostro caso il 6 ottobre abbiamo :

$$O_2 A = \frac{15922.10^3}{15{,}10^6.10^4} = \text{cm. } 10{,}61$$

Ciò significa che per compensare tutto il deficit del lago di Locarno il 6 ottobre occorre una colonna di ossigeno di un'altezza di cm. 10,61.

Ciclo dell'ossigeno durante l'anno.

O_2 E. La produzione O_2 nell'epilimnio è legata alle leggi dei gaz e al fitoplankton. Minimo marcato in settembre e massimo in maggio (30 maggio).

O_2 H. Il massimo cade durante il mese di febbraio (la massa ipolimnetica è ancora in circolazione). Il minimo cade alla fine di settembre, inizio di ottobre (l'ipolimnio è in stagnazione) in conseguenza della forte biolisi che si effettua nella zona trofolitica.

Le più forti variazioni sono negative rispetto alla media dell'anno. (14,7%).

O_2 *H* + *E*. L'ossigeno totale non varia fortemente durante l'anno. Il massimo che cade in primavera (maggio-giugno) rappresenta l'8,9 % della media annuale; il minimo che cade all'inizio d'autunno rappresenta l'11,9 % della media annuale.

O_2 *H/E*. Si dimostra nel nostro bacino di tipo oligotrofo in quanto resta sempre $>$ 1. Le variazioni non sono molto forti ma talvolta più marcate che nell'oligotrofo Bodamico.

Ciò dimostra che la zona trofogena del nostro lago è più piccola della trofolitica e che in generale questa non è mai sprovvista di ossigeno: il suo ossigeno totale non sorpassa in generale 6 volte l'ossigeno totale della zona trofogena: massimo in febbraio e minimo in ottobre.

$\triangle$ *E*. Nel corso dell'anno (luglio 34- luglio 35) notiamo 5 mesi in deficit e 7 mesi in sovrassaturazione vale a dire con $\triangle$ E negativo. In generale l'epilimnio è in media sovrassaturo durante l'anno. Le variazioni sono molto forti. ($\triangle$ E è in media negativo). L'ampiezza delle variazioni è di cm^3. 1,88. Il lago ha così una certa analogia per ciò che concerne $\triangle$ E con l'eutrofo Plönersee.

$\triangle$ *H*. E' sempre positivo. La biolisi predomina tutto l'anno sulla biogenesi. Le variazioni non sono molto forti, l'ampiezza delle variazioni essendo di cm^3. 1,28. Massimo in estate- inizio dell'autunno, minimo in primavera.

$\triangle$ *H* + *E*. In generale la curva è parallela a $\triangle$ H. Una sovrassaturazione in O_2 non fu mai constatata, $\triangle$ H rimanendo sempre positivo. I valori di sovrassaturazione dell'epilimnio (— $\triangle$ E) hanno nel fenomeno un ruolo dei più importanti poichè l'epilimnio compensa in certo qual modo per diffusione il deficit dell'ipolimnio. In ogni modo esso non arriva mai a compensare l'ipolimnio e l'equazione resta sempre

$$\frac{O_2\ E}{O_2\ H} < 1$$

I valori $\triangle$ E non sono determinati solo dalla termica del lago ma anche dal fitoplankton; così nei mesi caldi di primavera e d'estate l'acqua è sempre sovrassatura. Durante il mese di giugno lo stato del lago tende all'equilibrio fra O_2 E e O_2 H: il deficit di tutto il lago non è il 25 giugno che di cm^3. 0,32. E' il valore minimo realizzato. Nel seguito la stagnazione sempre progressiva impedisce la diffusione e il trasporto molecolare dell'ossigeno.

O_2 A. L'ossigeno prodotto nell'epilimnio in più dei valori di saturazione non presenta che una debole parte dell'ossigeno necessario all'equilibrio del lago. I più forti valori sono raggiunti in ottobre e i minimi in giugno.

In conclusione potremo dire che DURANTE TUTTO L'ANNO I FENOMENI PRODUTTORI RESTANO $<$ DEI DISTRUTTORI, I QUALI RAGGIUNGONO IL LORO APOGEO DURANTE O ALLA FINE DELLA STAGNAZIONE.

Infatti $\triangle$ E $+$ H non raggiunge mai zero ma si avvicina molto di più che negli altri laghi oligotrofi. Nell'epilimnio i FENOMENI PRODUTTORI PREDOMINANO ($-\triangle$ E); NELL'IPOLIMNIO SONO INVECE I DISTRUTTORI. ($+ \triangle$ H).

Le relazioni dell'ossigeno sono nel nostro lago influenzate biologicamente: la temperatura non ha nel lago di Locarno la stessa influenza che nell'oligotrofo Bodamico.

Tav. XXXIII.

Relazioni	Lago oligotrofo	Lago di Locarno	Lago eutrofo
O_2 H/E	> I	> I	< I
Influenza di Tp. su O_2	diretta	diretta ma non esclusiva	indiretta
Ifluenza delle biocenosi su O_2	debole	considerevole	predominante
Produzione O_2	debole	considerevole in primavera	predominante
Distruzione O_2	debole	considerevole inizio d'autunno	predominante
O_2 nella circolazione	senza ghiaccio	senza ghiaccio	con ghiaccio
$\triangle$ H + E	sempre +	sempre + ; tende a 0	varia coi generi di eutrofia
Curva O_2	oligotrofa (TH.)	oligotrofa	eutrofa
O_2 A	proviene dall'atmosfera esclusivamente	id. ma è influenzata biologicamente	atmosfera e biologicamente
Ossigeno dei fondali	5, 11— 7,57 cm^3./L. 59— 90,5 %	4,58— 7,64 cm^3./L. 53— 87,8 %	fino a 0 cm^3./L.

Morfometria del Verbano e parallelo con gli altri laghi alpini.

I) *Profondità media.* = V/S = 71.6 m. Tale cifra ci indica il rapporto che esiste fra la massa d'acqua dove vengono diluite le sostanze organiche e la superficie illuminata che è la sede della biogenesi.

Per i laghi alpini (oligotrofi) tale rapporto varia tra :

309,7 — 33,7

Per tutto il bacino del Verbano il rapporto è di 175,4; per il bacino di Locarno il valore è più debole. E' facile di comprenderne il motivo: il bacino di Locarno è un bacino di riempimento dei delta della Maggia, della Verzasca e del Ticino.

La profondità media del lago E' UN PRIMO CARATTERE OLIGOTROFO.

II) *Volume dell'epilimnio in rapporto al volume totale.* Per i laghi alpini si ha :

5,6 — 44,2 %

vale a dire che l'epilimnio è sempre più piccolo dell'ipolimnio. Per il lago di Locarno tale rapporto è di 13,4 %.

E' UN SECONDO CARATTERE OLIGOTROFO.

III O_2 *H/E.* Come in tutti i laghi alpini fin'ora studiati anche nel nostro lago il rapporto è $>$ I. Per i laghi alpini :

19,1 — 1,05

Nel bacino di Locarno la media è di 6,0. Questo coefficente fa sortire un po' il lago dal sistema tipicamente oligotrofo. Come il lago di Zurigo che si eutrofizza per la colonizzazione graduale delle sue rive, il bacino di Locarno per la sua natura stessa e, ciò che ci importa per l'abbondanza del plankton sia animale che vegetale (Zootrofo: Monti) presenta nei caratteri specifici una netta differenza con i laghi tipicamente oligotrofi e specialmente con la STENO-OLIGOTROFIA dove si è voluto classificarlo.

La preponderanza dei valori superiori a 100 % è gia un fatto che non arriva per i laghi nordalpini; è questa

senza dubbio una ragione in favore dell'abbondanza del fitoplankton e specie delle influenze di ordine biologico sulla produzione O_2. La ripartizione dell'ossigeno è dominata piuttosto da cause biologiche che non puramente fisiche.

Non vogliamo spingere più oltre il ragionamento per applicarlo al resto del lago. *Monti* ha però potuto enunciare che tutti i laghi insubrici non possono entrare, salvo che per i caratteri morfometrici nella categoria nettamente oligotrofa; ed ha anche fondato una categoria nuova: la *ZOOTROFIA*. Benchè la nuova definizione non possa ancora basarsi su dati biochimici noi siamo d'accordo di vedere nelle associazioni e nelle biocenosi del lago una delle cause fondamentali del regime O_2.

IV) *O_2 delle grandi profondità.* (110 m.)
sviluppata che nei laghi alpini.

5,11 — 7,57 (90,5 — 59,0 %)

Per il Verbano

4,58 — 7,64 (53 — 87 %)

Occorre vedere in queste forti oscillazioni dell'ossigeno una delle ragioni in favore della zootrofia. La grande abbondanza di plankton sia animale che vegetale che cade sul fondo e ivi si decompone è una delle cause che spiegano questa distruzione O_2.

Azoicità delle zone profonde non è mai stata realizzata nel bacino studiato, ma la biolisi vi è molto più fortemente sviluppata che nei faghi alpini.

E' QUESTO UN CARATTERE CHE NON E' TIPICAMENTE OLIGOTROFO.

V) Δ *E.* Per i laghi alpini:

0,51, — 1,24

Per il bacino di Locarno la media dell'anno è superiore a 100 %. Il massimo è di — 1,09. E' un valore che lo avvicina al Bodensee-Untersee; ne differisce però per gli altri caratteri.

VI) Δ *H*. Per i laghi alpini :

1,32 — 2,43

Nel nostro caso il massimo è di 1,77 (cifra simile a quella dei laghi mediamente eutrofi ?)

VII) $\Delta E + H$. Per i laghi alpini :

1,24 — 1,36.

Il massimo per il Verbano è di 1,51. In media si ha 0,85, valore che si allontana dai laghi oligotrofi.

VIII) *O A*. E' la quantità che deve essere assorbita dal lago per fare Δ H + E = 0. Nel nostro lago Δ H + E non arriva mai a 0 ma ha tendenza a farlo come per es. il 25 VI 1935.

E' un caso che non è mai realizzato nei laghi oligotrofi: occorre dire che le condizioni morfometriche del bacino permettono questa realizzazione: una circolazione e un rimescolamento delle acque essendo possibile. Ma nel mese di giugno non si può ancora parlare di circolazione per il fatto che il lago è in stagnazione avanzata fino a 50 m. A tale epoca una sovrassaturazione dell'acqua è possibile fino a 20 m. di profondità in causa dell'attività del fitoplankton. Thienemann ha trovato che: " je tiefer die See umso höher die Wert. "

Per Thienemann, in qualche sorta, i dati morfometrici hanno maggior influenza dell'attività biologica del biotopo e la determinano. Ciò che nel nostro lago E' BEN LUNGI DALL'ESSERE REALIZZATO.

Cerchiamo ora di concludere partendo dall'analisi che abbiamo fatto, sulla posizione del lago di Locarno nel sistema *Thiemann- Naumann.*

Abbiamo visto che per qualche carattere il lago è oligotrofo (I, II), sopratutto per ciò che concerne la morfometria. Si stacca pertanto dall'oligotrofia per qualche carattere biologico e per conseguenza biochimico. Teniamo a

ripetere quanto diceva *Monti* nel 1929 al IV Congresso Internazionale di Limnologia teorica ed applicata :

" già il Pesta ha giustamente osservato che non è possibile far rientrare i laghi sudalpini nella classificazione del *Thienemann* e del *Naumann* i quali considerano i nostri laghi come il prototipo degli oligotrofi .... lo stesso termine oligotrofo si presta facilmente ad una falsa interpretazione perchè fa credere che i laghi sudalpini siano laghi poveri, capaci di alimentare appena una scarsa popolazione lacustre come sono soltanto taluni laghi delle alpi ancora in via di colonizzazione naturale .... ".

Ricorderò che *Rina Monti*, uno dei più illustri limnologhi italiani, ritiene che la classificazione di *Naumann* non è applicabile ai laghi cisalpini, dove la circolazione della vita non subisce sosta sensibile durante l'inverno e ove la produzione del zooplankton è ben più forte che nei laghi nordalpini.

Ecco i fattori che secondo Monti occorre considerare :

I) Profondità e conformazione del bacino.

II) Regime termico superficiale e profondo.

III) Composizione chimica delle acque.

IV) Concentrazione dei joni-idrogeno.

V) Regime delle acque.

VI) Potere di autocatarsi.

VII) Costituzione delle biocenosi.

Ossigeno disciolto (metodo di Winkler) espresso in cm^3 L e in °₀ della saturazione

(Medie mensili del Bacino di Locarno)

Tav. XXXIV

Prof.	Luglio		Agosto		Settem.		Ottobre		Novem.		Dicem.		Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settem.		Massimo		Minimo		Media		Ampiezza
0	7,37	121,4	7,31	117,7	7,12	113,7	7.64	111,7	7,63	96,5	7,75	93,6	7,93	93,4	7,90	92,6	8,13	97,2	8,23	102,8	8,30	117,7	7,86	121,8	7,20	114,6	7,09	117,2	7,32	112,7	8,42	106,3	7,00	111,8	7.65	108.0	1,42
5					7,23	109,0	*7.49*	*105,9*	7,76	97,7	7,76	93,4	7,84	92,3	7,92	91,5	8,12	95,1	*8.24*	*102,0*	8,50	106,2	8,14	111,6	7,63	115,0	7,50	116,1	7,28	106,6	8,82	113,5	7,04	108,6	*7,84*	*106,8*	0,78
10					*7.07*	*102,9*	7,22	99,5	7,65	96,1	7,75	93,1	7,97	93,8	7,80	90,1	8,03	93,7	8,16	98,3	*8,38*	*104,7*	7,96	104,7	*7,75*	*107,6*	*7,70*	*110,2*	7,21	103,7	8,74	107,6	6,71	94,7	7,74	101,8	2,03
15	6,57	88,7	6,93	96,3	6,71	92,9	6,99	94,7	7,45	93,5	7,77	93,1	7,75	91,2	7,71	89,1															8,16	107,1	5,55	76,1	7,23	93,0	2,61
20					7,06	91,6	7,20	73,5							7,84	90,4	7,88	91,3	7,90	93,8	8,14	96,3	*8.00*	*100*	7,75	97,1	7,45	95,0	*7,44*	*103,9*	8,27	99,1	6,87	85,8	7,66	95,0	1,40
25	7,73	94,9	7,31	91,1			6,82	81,7	7,33	90,7	7,56	89,7	7,60	91,3																	7,81	97,8	6,64	82,1	7,39	89,7	1,17
30					7,20	88,4									7,83	90,5	7,83	90,5	7,87	91,8	7,99	95,5	7,86	96,0	7,52	91,7	7,31	90,4	7,12	86,8	8,18	99,4	7,12	86,8	7,61	90,8	1,06
35					6,81	82,6	6,68	80,0	7,08	85,5	7,75	92,0	8,19	96,2																	8,19	97,7	6,58	77,9	7,30	86,9	1,61
40																	7,78	89,6	7,72	89,6	7,98	93,7	7,77	93,1	7,58	90,4	7,42	89,6	7,03	85,1	8,04	94,9	7,00	83,1	7,61	89,6	1,04
50	7,55	89,4	7,32	87,1	6,97	82,0	6,71	78,8	6,88	81,0	6,88	81,2	7,87	92,4	7,80	89,8	7,70	88,7	7,55	82,7	7,69	89,7	7,65	91,0	7,48	88,3	7,11	83,9	7,12	84,9	7,87	93,9	6,45	76,1	7,35	85,3	1,42
70																	7,47	86,0	7,47	86,5	7,55	87,6	7,67	90,5	7,17	83,6	7,15	84,0	7,19	84,6	7,77	91,6	7,07	81,4	7,38	87,0	0,70
90																	7,38	85,0	7,33	84,7	7,38	85,7	7,20	83,4	7,13	82,8	7,08	82,6	6,91	81,0	7,54	87,5	7,08	82,6	7,20	84,0	0,46
110	6,88	81,0	7,15	84,2	6,12	71,9	5,02	58,5	6,31	72,9	6,02	69,5	6,63	76,6	7,59	89,2	6,99	80,3	6,92	79,7	7.22	83.4	6,72	77.8	6,81	78,9	6,72	77.8	6,68	77,5	7,64	87,8	4,58	53,3	6,65	77,0	3,06
Epil.	7,37	114,4	7,31	111,7	7,14	108,5	7,45	105,6	7,68	96,7	7,75	93,3	7,91	93,1	7,87	91,4	8,09	95,2	8,21	101,3	8,39	107,8	7,98	111,7	7,52	112,4	7,43	115,3	7,27	107,6					7,62	103,6	
Ipol.	7,18	87,9	7,17	90,0	6,81	84,2	6,57	81,3	7,01	85,0	7,19	85,1	7,60	89,0	7,75	89,2	7,57	87,5	7,45	87,1	7,70	93,4	7,55	91,8	7,34	89,5	7,03	87,4	7,07	90,1					7,26	87,6	

Tav. XXXV.

VARIAZIONI ANNUALI di O_2 (Lago di Locarno)

Mese	O_2 E. 10^{10}	O_2 H. 10^{10}	O_2 H + E.	$O_2 \frac{H}{E}$	$\triangle$ H + E	$\triangle$ E	$\triangle$ H	O_2 A.
Luglio	106	667	773	6,2	— 0,93	0,98	0,73	5,29
Agosto	105	666	772	6,2	— 0,76	0,79	0,75	5,42
Settembre	101	632	733	6,1	— 0,56	1,27	1,02	7,32
Ottobre	107	610	717	5,6	— 0,40	1,52	1,28	9,02
Novem.	111	651	762	5,8	0,26	1,23	1,12	7,80
Dicem.	112	667	779	5,9	0,55	1,25	1,18	8,26
Gennaio	114	706	820	6,1	0,58	0,93	0,90	6,32
Febbraio	114	720	834	6,3	0,74	0,93	0,92	6,47
Marzo	117	703	820	5,9	0,40	1,08	1,00	7,06
Aprile	118	692	810	5,8	— 0,07	1,10	0,96	6,90
Maggio	121	715	836	5,9	— 0,61	0,72	0,55	3,87
Giugno	115	717	832	6,0	—0,84	0,67	0,47	3,33
Luglio	105	681	790	6,2	— 0,83	0,86	0,64	4,52
Agosto	107	653	760	5,9	— 0,99	1,01	0,75	5,30
Settembre	105	656	762	6,2	— 0,51	0,77	0,61	4,27
Media	110	678	786	6,0	— 0,26	1,00	0,85	6,07
Massimo	124	738	857	6,3	0,79	1,77	1,51	10,61
Ampiezza in % della media	12,7	8,9	9,0	5,3	403,8	77	77,7	74,7
Minimo	101	588	692	5,2	— 1,09	0,49	0,32	2,24
Ampiezza in % della media	8,1	14,7	11,9	13,3	319,2	51	62,3	63,0

Tav. XXXVI. **Dati sull'O_2 di alcuni laghi alpini**

Lago	Data	O_2 E. 10^{10}	O_2 H 10^{10}	O_2 H + E. 10^{10}
Genève	14 - VIII - 94 + 3 - VII - 95	3258	62930	66188
Bodensee		3000	32000	35000
Zürich Untersee	7 - XI - 20	414,7	1194	1608,7
Bodensee Untersee	7 - VII - 26	319,4	230,9	550,3
Verbano Lago di Locarno *(Pelloni)*	6 - X - 34	104	588	692

Tav. XXXVII. **Alcuni giorni tipici per la ripartizione**

6 ottobre 1934		7 marzo 1935	
O_2 E	104.10^{10}	O_2 E	114.10^{10}
O_2 H	588.10^{10}	O_2 H	707.10^{10}
O_2 E + H	692.10^{10}	O_2 E + H	821.10^{10}
O_2 H/E	5,6	O_2 H/E	6,1
△ E	—0,36	△ E	0,69
△ H	1,77	△ H	1,07
△ E + H	1,51	△ E + H	0,85
O_2 A	10,61	O_2 H	5,96
Tp. E	16,4	Ip. E	6,3
Tp. H	8,8	Tp. H	6,0
O_2 delle profondità: 4,58 cm^3. /L.		O_2 delle profondità: 7,31 cm^3. /L.	

parte da Thienemann 1928)

O_2 H/E	△ E	△ H	△ H + E	O_2 H	O2 delle grandi profondità	Curva O_2
9,3	— 0,31	1,32	1,24	19,1	69,3 %	oligotrofa
0,4	— 0,42	1,49	1,31	13,1	90,5 %	oligotrofa
,29	0,23	4,74	3,99	21,4	10,7 %	eutrofa
,72	— 1,24	1,83	0,29	0,38	55 %	eutrofa
5,6	— 0,36	1,77	1,51	10,61	53 %	meso-oligotrofa o zootrofa

ell'O_2 nel Lago di Locarno.

30 maggio 1935		7 giugno 1935	
O_2 E	124.10^{10}	O_2 E	119.10^{10}
O_2 H	717.10^{10}	O_2 H	738.10^{10}
O_2 E + H	841.10^{10}	O_2 E + H	857.10^{10}
O_2 H/E	5,8	O_2 H/E	6,0
△ E	—1,09	△ E	—0,82
△ H	0,66	△ H	0,49
△ E + H	0,58	△ E + H	0,32
O_2 A	4,09	O_2 H	2,24
Ip. E	12,0	Ip. E	12,3
Tp. H	7,6	Tp. H	8,0
$_2$ delle profondità: 7,33 cm^3. /L.		O_2 delle profondità: 7,33 cm^3. /L.	

Distruzione di ossigeno nell'intervallo di 24 ore.

E' questa una vera biolisi dove gli agenti distruttori sono i zooplanktonti e anche i fitoplanktonti. Per le zone epilimnetiche si nota il 27 - VI - 35 una sovrassaturazione a 0 — 10 m. con un massimo di produzione a 2 — 3 m., là dove si trova il massimo di fitoplankton che non sopporta l'intensità luminosa delle zone nettamente superficiali.

Dopo 24 ore abbiamo notato una distruzione rimarchevole: in realtà nella raccolta d'acqua restano molti organismi: protozoi, rotiferi ed anche dei Cyclops e delle Daphnie, che nei flaconi respirano utilizzando l'ossigeno disciolto. Si deve vedere nella respirazione degli organismi una delle cause della distruzione dell'ossigeno ma occorre aggiungere delle ipotesi probabili: le sostanze albuminoidi disciolte nell'acqua subiscono una decomposizione da parte di organismi aerobi; aggiungiamo ancora gli excreta dei zooplanktonti che sono mineralizzati per la stessa via.

Dai valori assoluti di questa distruzione possiamo farci un'idea della grandezza degli scambi biochimici del lago e per conseguenza sull'intensità delle sue biocenosi.

Altrimenti detto partendo dalla nozione di BIOMASSA e dall'ordine delle grandezze realizzate nella fisiologia del biotopo si arriva all'idea di BIOPRODUZIONE CIO' CHE PUO' TROVARE INNUMERI APPLICAZIONI ANCHE IN ITTIOLOGIA.

C'è nel biotopo lacustre un sincronismo assoluto e rigoroso fra biocenosi e dati biochimici. Ogni organismo ha la sua curva speciale e tipica per la sua vitalità, per la sua fisiologia. Dalla grandezza degli scambi metabolici realizzati da un organismo si giudica della sua vitalità. Nello stesso modo partendo dalla grandezza della distruzione O_2 di un lago e dall'ordine della sua biolisi si giudica del sistema cui il lago appartiene.

Secondo Thienemann che classifica i laghi secondo i loro caratteri biologici e biochimici il lago sarebbe : EINE LIMNOLOGISCHE EINHEIT VON BIOTOP PLUS BIOZÖNOSE, VON LEBENSRAUM PLUS LEBEWELT.

Ciò che significa: il lago altro non che la risultante delle condizioni ambientali e delle biocenosi.

Il lago oligotrofo sarebbe un sistema sempre in equilibrio vale a dire produzione e distruzione sono termini uguali.

La reversibilità del ciclo vitale condurrebbe la sostanza organica, sintetizzata dalle alghe e trasformata dai rotiferi e dai crostacei, allo stato minerale per arrivare di nuovo allo stesso punto attraverso le alghe limnetiche. La stessa quantità di sostanza organica che è ex novo fabbricata dalle alghe nella funzione clorofilliana, sintetizzando gli elementi minerali dell'acqua con il carbonio disciolto nell'acqua, è nello stesso tempo distrutta (o piuttosto trasformata); un più in biogenesi (come ciò arriva nei laghi eutrofi) rompe l'equilibrio e il lago non potendo mineralizzare tutta la nuova sostanza la precipita e forma dei sedimenti.

Tutti gli stadi sono possibili :

I) Produzione = Distruzione OLIGOTROFIA :
senza sedimenti, fondo ossigenato.

II) Stadio intermediario
MESO-OLIGOTROFIA Lago di Locarno

III) Produzione > Distruzione EUTROFIA :
sedimenti organogeni; fondo talvolta azoico.

Disgraziatamente non abbiamo molto da dire sui sedimenti del lago: quelli che abbiamo raccolto ci son sembrati abbastanza organici e ciò per due motivi: I) la grande quantità di zooplankton che dopo morte cade sul fondo; II) la grande abbondanza di alluvioni condotti dai fiumi (buzze).

Quantunque si abbia sempre classificato il Verbano nella categoria degli STENO-OLIGOTROFI possiamo asserire che durante 5 mesi dell'anno L'ACQUA DELL'EPILIMNIO PRESENTA DEI VALORI INFERIORI ALLA SATURAZIONE; ciò sembra confermare che il lago non è precisamente " PHYTOPLANKTONARM ".

Parte seconda.

Complementi alla chimica del Verbano.

Secondo *L. W. Collet* la costituzione dell'acqua del lago sarebbe la seguente :

Tav. XXXVIII.

Ressiduo secco	0,0972
$Si\ O_2$	0,0046
$Fe\ O_3 + Al_2\ O_3$	traccie
$Ca\ O$	0,0312
$Mg\ O$	0,0065
$S\ O_3$	0,0244
$Na_2\ O$	0,0014
$K_2\ O$	0,001
$C\ O_2$	0,0189

(le cifre si intendono in mg. /L.)

Il lago Maggiore sarebbe così un *lago siliceo* a debole residuo secco e ciò è dovuto al fatto che il bacino imbrifero è costituito da roccie silicate e solo in debole parte calcari.

La concentrazione in joni-idrogeno (pH) è di 7,1 — 7,4: lago a debole acidità e a reazione tendente all'alcalina.

Le variazioni del carbonato di calcio nel bacino di Locarno.

Tecnica. Il calcio è stato determinato per titolazione di 100 cm^3. di acqua con HCl 0, IN. in presenza di 0,01 $^0/_{00}$ metilarancio.

La reazione è finita quando il liquido presenta un viraggio dal giallo all'arancio. Il nro di cm^3. 0, IN. HCl utilizzati, moltiplicati per 5 dà la durezza dell'acqua espressa in gradi francesi. Abbiamo però preferito calcolare i grammi di carbonato per litro.

I bi e i monocarbonati sono quelli che costituiscono la durezza temporanea dell'acqua perchè possono essere eliminati sottoponendo l'acqua all'ebollizione. I bicarbonati si decompongono con sviluppo di $C\ O_2$ e separazione di carbonati.

Tav. XXXIX.

Variazioni annuali della durezza delle acque nel Bacino di Locarno

(mg Ca C03/ L)

Prof.	23-VII-34	21-VII-34	22-IX-34	13-X-34	19-XI-34	20-XII-34	19-I-35	13-II-35	15-III-35	9-IV-35	30-V-35	16-VI-35
0	35,03	35,03	35,03	35,03	40,03	40,03	45,04	45,04	45,04	45,04	45,04	35,03
5			35,03	35,03	40,03	35,03	40,03	45,04	40,03	45,04	35,03	35,03
10				35,03		40,03	40,03	45,04	40,03	45,04	45,04	35,03
15	40,03	35,03	35,03	40,03	35,03	40,03	40,03	45,04				
20							40,03	45,04	45,04	45,04	45,04	45,04
25	40,03	35,03	35,03	40,03	40,03	35,03	40,03					
30								45,04	40,03	45,04	45,04	45,04
35				40,03	40,03	40,03	40,03					
40								45,04	45,04	45,04	45,04	45,04
50	40,03	45,04	40,03	40,03	40,03		40,03	50,04	45,04	45,04	45,04	45,04
70								45,04	45,04	45,04	50,04	45,04
90						35,03		45,04	45,04	45,04	45,04	50,04
110	40,03	45,04	45,04	45,04	45,04	45,04	40,03	45,04	45,04	45,04	45,04	50,04

Il calcolo si stabilisce così :

Prelevati 100 cm^3. H_2 O
Utilizzati 0,7 cm^3. O, I N. HCl

1000 cm^3. O, I N. HCl = Ca C O_3/20 = 100,09/20 = gr. 5,0045 $CaCO_3$.

1 cm^3. HCl O, IN. = 0,0050045 gr. CaC O_3.

100 cm^3. contengono :

0,005 0045. 0,7 = 0,00350315 Gr, CaC O_3.

1000 cm^3. contengono :

0,00350315. 10 = 0,0350315 gr. CaC O_3 = 35,03 mg, /L.

Poichè la maggior parte dei lavori di limnologia dà la durezza espressa in gradi tedeschi, diamo la sinonimia dei termini :

1 grado francese = mg. CaC O_3 in 100.000 parti di acqua.
1 grado tedesco = mg. CaO in 100.000 parti di acqua.
1 grado tedesco = 0,56 gradi francesi.
1 grado francese = 1,76 gradi tedeschi.

La relazione fra gradi tedeschi e francesi si ottiene :

Pm. CaC O_3 : Pm. CaO = gradi francesi : gradi tedeschi
(109,09) (56,09) (Pm. = peso molecolare)

L'importanza biologica della durezza delle acque risale all'attività delle alghe pelagiche: nell'acqua esistono dei carbonati e dei bicarbonati; $CaCo_3$ non può esistere che in minime parti perchè un litro ne discioglie solo gr. 0,013; se nell'acqua esiste CO_2 si forma subito Ca $(HCO_3)_2$.

L'idrolisi dà :

I) $Ca^{\cdot\cdot} + 2\ H_2\ O \rightleftarrows Ca\ (OH)_2 + 2H$
II) $CO_3 + 2\ H_2\ O \rightleftarrows H_2\ C\ O_3 + 2\ O\ H$

I) $(HCO_3)_2^{\cdot\cdot} + 2\ H_2\ O \rightleftarrows 2\ H_2\ C\ O_3 + 2\ O\ H$
II)$_a$ $H\ C\ O_3 + H_2\ O \rightleftarrows H_2\ C\ O_3 + O\ H$

Nell'acqua abbiamo :

1) CaC O_3 oppure $CaCO_3$ + Ca (OH)
2) $CaCO_3$ + Ca $(HCO_3)_2$
3) Ca $(HCO_3)_2$ + C O_2

4) $Ca(HCO_3)_2 + C O_2$ (zugehörige CO_2)
5) $Ca(HCO_3)_2 + C O_2$ (aggressive $C O_2$)
6) $C O_2$ (freie $C O_2$)

In seguito all'assorbimento di $C O_2$ da parte delle alghe si ha :

$$CaCO_3 + H_2 O + n. C O_2 \rightarrow Ca(HC O_3)_2 + (n. -1) C O_2$$

Per il Verbano non abbiamo molto da dire sulla durezza delle acque: data la sua natura silicea, la durezza è sottoposta a deboli variazioni; durante la circolazione abbiamo i valori massimi dovuti al debole sviluppo del fitoplankton. Le alghe nella fotosintesi distruggono la molecola dei bicarbonati per ottenere il $C O_2$ necessario alle loro sintesi vitali. Si forma allora del $CaCO_3$ insolubile, ma se si pensa alla debole variazione superficiale

$$45{,}04 — 35{,}03 = 10 \text{ mg. } CaCO_3$$

si vede subito che l'abioseston autoctono e biogeno è molto debole per il Verbano.

In generale la durezza cresce sensibilmente dalle zone superficiali alle ipolimnetiche dove predomina costante o quasi durante l'anno. Ciò che ci dimostra l'influenza del fitoplankton sulla durezza è il fatto seguente : nella notte del 25 - VI - 1935 l'acqua dell'epilimnio presenta molto più $CaCO_3$ che durante il giorno; durante la notte le piante non possono decomporre il bicarbonato, perchè loro manca il reattivo principale che è la luce.

Colore dell'acqua del Lago.

Potremmo dire del colore nella parte biologica di questo studio, ma siccome secondo le moderne ricerche il colore sembra dipendere in certa misura dalla costituzione chimica (ma anche dalle biocenosi) preferiamo parlarne qui.

Secondo *Monti* (1924) il colore del Verbano è III-IV della scala *Forel-Uhle*. Per *Spring* i composti ferrici e le sostanze umiche hanno il ruolo fondamentale nel colore del lago.

Si può dire che le sostanze umiche riducono gli ossidi e gli idrati di ferro e si forma un composto insolubile. I composti ferrici hanno nell'acqua il ruolo di vettori di ossigeno; l'ossidazione delle sostanze umiche aumenta con l'intensità della luce: l'acqua perde i suoi coloranti gialli e tende verso un colore bleu. Si comprende così come le acque le più bleu si TROVINO SOTTO I CIELI PIU' SOLEGGIATI (come il Verbano).

Non bisogna tuttavia trascurare il fattore biologico: in seguito a uno straordinario sviluppo di fitoplankton v. a. d. Diatomee, Dynobrion, Ceratium ecc. si assiste a un'evoluzione del colore verso una tinta giallo-verdastra.

Trasparenza del Bacino di Locarno.

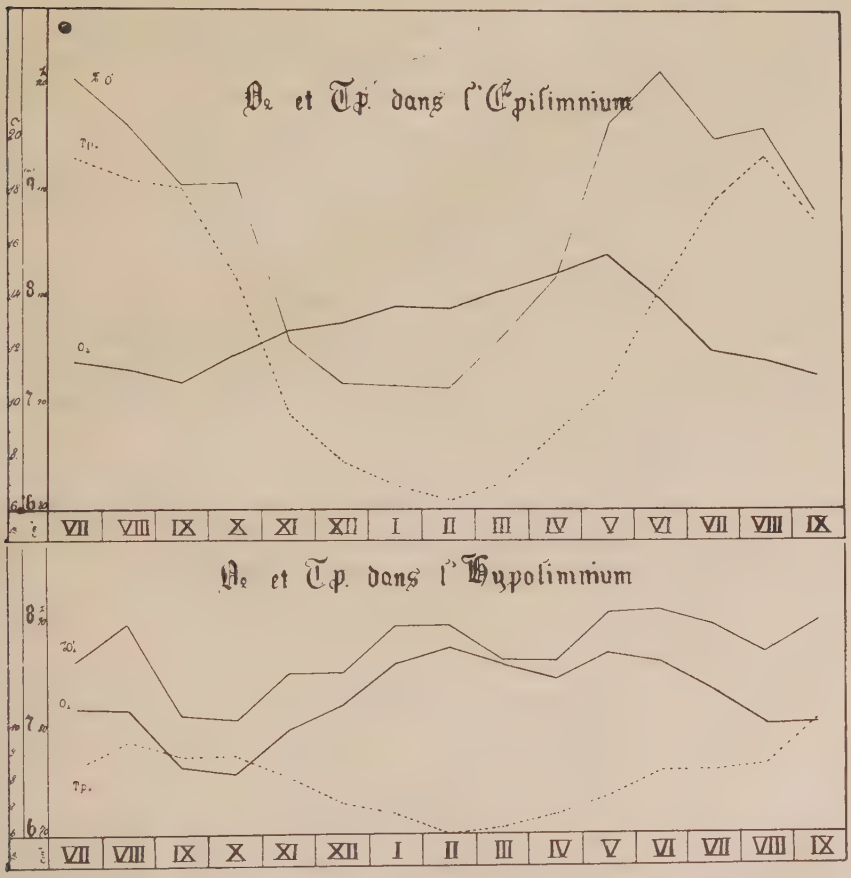
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
11,25	12,15	9,40	8,50	5,60	3,10	4,00	3,40	4,50	4,60	7,10	10,0

In generale la trasparenza è minima durante la stagnazione e massima durante la circolazione. Le cause principali sono fisiche ma in grande quantità biologiche: durante i mesi d'inverno, data la limitazione qualitativa e quantitativa delle biocenosi superficiali, in quanto molte specie tendono a discendere a orizzonti più profondi e propizi (?), la trasparenza è massima. Essa decresce sensibilmente col crescere delle associazioni planktoniche per raggiungere il minimo durante l'estate, quando i fitoplanktonti si riproducono abbondantemente, quando Asterionella, Fragillaria e Synedra contribuiscono pro parte alla colorazione giallo- verdastra delle acque. Il grafico della trasparenza è in piena opposizione con le temperature epilimnetiche e con le variazioni globali del plankton.

Occorre dire che la trasparenza misurata col metodo *Secchi* è difficile da controllare quando il cielo è coperto data l'uniformità fra cielo e acqua; in più gli abbondanti detriti allogeni condotti dai fiumi contribuiscono a una passeggera diminuzione della trasparenza.

Teniamo a dire qui che il Verbano è uno dei laghi i più chiari, i più luminosi, i più latini. Questo luminoso Verbano è uno degli elementi essenziali della triologia insubrica: la campagna, le città, i laghi.

Niente è per noi più bello di questo grande lago maestoso, imponente, seminato di villaggi sui suoi fianchi; è un orizzonte grandioso e placido che in primavera passa a un lirismo gaio e penetrante, a un vero gaudio della natura, mentre Locarno si riflette tranquilla nelle onde bleu di questo lago che già i Romani chiamavano " MAYUS ".



Tav. XL. Ossigeno e Temperatura nell'Epi e Ipolimnio

CAPITOLO IV

BIOLOGIA DELLA ZONA PELAGICA.

Il capitolo non è del tutto nuovo perchè troviamo vari eccellenti lavori che si occupano della biologia del Verbano· rinviamo a quanto abbiamo detto nell'introduzione e a quanto diremo nella bibliografia.

Tecnica delle recerche.

Ci siamo limitati alla raccolta del zooplankton e abbiamo utilizzato un retino a chiusura FUHRMANN in seta n.ro 15. La superficie di apertura è di cm^2. 490.

Il conteggio è stato fatto con la tecnica abituale v. a. d. dopo sedimentazione di 24 ore e in miscela acqua-glicerina prima di esaminare al microscopio. Il conteggio è stato limitato ai soli crostacei, studiando qualitativamente anche i rotiferi e il fitoplankton.

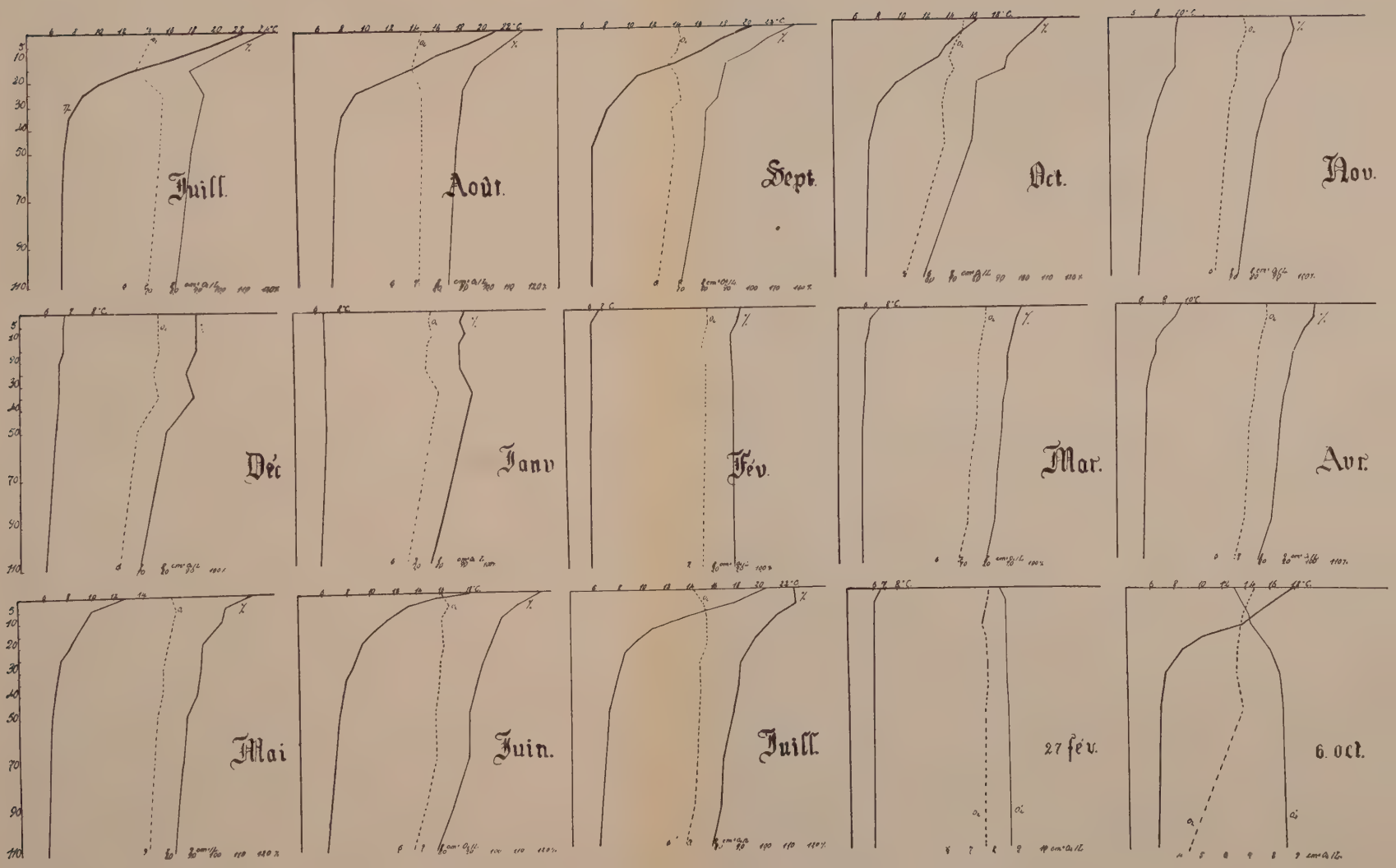
La raccolta del plankton è stata effettuata regolarmente una volta per settimana per la Stazione Ia.; abbiamo raccolto campioni per lo studio della ripartizione orizzontale nel bacino anche in altre stazioni, ciò che ci fa un assieme di oltre 500 raccolte.

La conservazione del plankton si fa con formalina al 40 %, il fitoplankton invece si conserva meglio nella miscela Jugol (Jodio - joduro di potassio).

Diamo la lista dei planktonti del Lago Maggiore :

I) Secondo *Pavesi :*

Sida cristallina
Daphnella brachyura
Daphnia hyalina
Daphnia galeata
Bosmina longispina
Leptodora hyalina
Cyclops brevicornis
Diaptomus gracilis



Tav. XLI.

Ripartizione della temperatura, ossigeno e saturazione in profondità.

Secondo *Asper :*

Daphnia hyalina
Bosmina longispina
Leptodora hyalina

Secondo *Imhof :*

Difflugia cyclotellina
Codonella cratera
Acanthocystis viridis
Heterocypystis Pavesii
Asplanchna helvetica
Anurea cochlearis
Polyarthra platyptera
Notholca longispina
Daphnella brachyura
Bythotrephes longimanus
Leptodora hyalina
Cyclops spec.
Diaptomus spec.
Heterocope romana 88 ? saliens 90 ?

Secondo *Burckhardt :*

Difflugia spec.
Codonella spec.
Heliozoa
Asplanchna priodonta
Polyarthra platyptera
Thryarthra longiseta
Mastigocerca capucina
Anurea cochlearis
Notholca longispina
Sida limnetica
Diaphanosoma brachyurum
Daphnia hyalina
Bosmina coregoni
Leptodora hyalina
Cyclops strenuus
Cyclops leukarti
Diaptomus graciloides var. padana
Heterocope saliens

Flora pelagica superficiale secondo Chodat.

Gomphosphaeria lacustris
Botryococcus Braunii
Sphaerocystis Schroeteri
Raphidium Braunii
Dactylococcus lacustris
Oocystis lacustris
Scenedesmus quadricauda
Ceratium hirundinella
Peridinium tabulatum
Fragilaria crotonensis
Fragillaria capucina
Synedra ulna
Synedra delicatissima
Asterionella gracillima
Cyclotella comta
Cyclotella bodanica
Melosira varians
Endorina elegans
Melosira oricalcea
Melosira roseana
Melosira Binderiana

Crostacei planktonici secondo Monti.

Cladoceri :

Sida limnetica
Diaphanosoma brachyurum
Leptodora hyalina
Daphnia hyalina
Bosmina coregoni
Bosmina longirostris
Bythotrephes longimanus

Copepodi :

Heterocope saliens
Diaptomus padanus
Diaptomus laciniatus
Diaptomus gracilis

Diaptomus graciloides
Cyclops serrulatus
Cyclops Leukartii
Cyclops viridis
Cyclops strenuus
Argulus foliaceus

Organismi pelagici considerati dall'autore.

Cladocera :

Diaphanosoma brachyurum *Liévin*
Sida limnetica *Burckhardt*
Leptodora hyalina *Liévin*
Daphnia hyalina *Leydig*
Bythotrephes longimanus *Leydig*

Copepoda :

Diaptomus graciloides var. padana *Burckhardt*
Diaptomus laciniatus *Lillj*
Cyclops Leukarti *Sars*
Cyclops strenuus *Fischer*
Heterocope saliens *Lillj*

Rotatoria :

Conochilus unicornis *Rousselet*
Polyarthra platyptera *Ehrbg.*
Thryarthra longiseta *Ehrbg.*
Asplanchna priodonta *Gosse*
Anaspus testudo *Zach*
Synchaeta pectinata *Ehrbg.*
Rattulus capucinus *Wrsski*
Notholca longispina *Kellicott*

Parte prima.

Le variazioni quantitative globali del plankton.

Il carattere il più saliente è che la facies a copepodi predomina durante tutto l'anno sull'assieme dei cladoceri.

Il gruppo dei Copepodi nel nostro lago è costituito da 5 specie di Diaptomus (D. laciniatus, D. graciloides var padana) 2 specie di Cyclops (C. strenuus, C. leukartii) e una specie di Heterocope (H. saliens).

I Copepodi (adulti e copepodidi) presentano due massimi considerevoli: in SETTEMBRE e in MARZO-APRILE. I minimi cadono in DICEMBRE e in GIUGNO - LUGLIO.

L'assieme dei Cladoceri è costituito da 6 specie: Diaphanosoma, Daphnia, Sida, Bosmina, Leptodora, Bythotrephes. Tutte queste specie presentano dei cicli vitali considerevoli tranne Daphnia che tende a essere aciclica. Per i Cladoceri vi è un massimo in AGOSTO - SETTEMBRE e un minimo dalla fine di GENNAIO inizio di MAGGIO (in questo intervallo molte specie scompaiono totalmente).

COPEPODA.

Diaptomus. La specie graciloides è molto più abbondante della specie laciniatus che non abita che le zone profonde del lago.

Massimo	Gennaio - Marzo	Agosto - Settembre	Adulti
Minimo	Ottobre : Dicembre	Giugno - Luglio	
Massimo	Settembre - Ottobre	Marzo - Aprile	Copepodidi
Minimo	Giugno - Agosto	Dicembre	
Massimo	Gennaio - Marzo	Agosto	Naupiii
Minimo	Dicembre		

Per il lago di Neuchâtel il massimo cade in estate fino a novembre e il minimo cade in inverno.

Cyclops. La specie leukartii è più abbondante della specie strenuus.

Massimo	Luglio - Agosto	Aprile - Maggio	Adulti e Copepoditi
Minimo	Dicembre - Gennaio		
Massimo	Gennaio - Marzo	Giugno	Nauplii
Minimo	Luglio		

Per il lago di Neuchâtel il massimo è in estate-autunno e il minimo in inverno.

Heterocope. E' una specie che non è molto abbondante nel plankton del nostro lago. Date le sue dimensioni abbiamo potuto contarla integralmente il che ci permette di stabilire il suo ciclo vitale con una certa sicurezza. Non possiamo dire la stessa cosa per i nauplii che sono stati contati col metodo comune.

Massimo	Giugno - Agosto	Adulti
Minimo	scompare da Gennaio a Giugno	
Massimo	Maggio - Giugno	Copepoditi
Minimo	scompaiono da Ottobre a Maggio	

I nauplii sono presenti da Gennaio a Maggio epoca in cui presentano un considerevole massimo.

CLADOCERA.

Diaphanosoma. E' una specie che ama le acque calde e ben illuminate della superficie.

Massimo	Agosto - Settembre
Minimo	scompare da fine Novembre a fine Maggio

Il ciclo di Diaphanosoma del lago Maggiore è quasi lo stesso che per il lago di Neuchâtel. Durante il mese di Agosto cade il massimo di uova e di embrioni. In Ottobre compaiono i maschi molto tipici.

Daphnia. La specie è presente tutto l'anno e abita di preferenza le acque epi e metalimnetiche.

Massimo	Gennaio - Febbraio	Maggio - Giugno
Minimo	Agosto - Ottobre	Marzo - Aprile

I maschi appaiono in piccolo numero alla fine di novembre e all'inizio di Dicembre. Non abbiamo mai constatato la presenza di femmine efippiali. Per il lago di Neuchâtel il massimo si trova in Agosto - Settembre e il minimo in Gennaio - Aprile. La differenza è considerevole e dipende dalla diversa condizione dei due laghi. La mite temperatura delle zone epilimnetiche durante l'inverno rende la presenza di maschi inutile; solo nelle regioni littorali abbiamo visto femmine efippiali, il che implica la presenza di maschi.

Sida. Non è molto abbondante ma molto grossa e trasparente.

Massimo	Agosto - Settembre
Minimo	scompare da fine Gennaio a fine Aprile.

I maschi appaiono molto fugacemente in Ottobre. Nel lago di Neuchâtel il massimo è in Agosto-Settembre e il minimo in Primavera. Quindi grande analogia con il Verbano.

Bosmina. La sua presenza nel plankton del lago è stata verificata in Giugno - Luglio in debole quantità e poi è assente per tutto il resto dell'anno. *Burckhardt e Garbini* menzionano di non aver trovato Bosmina nel lago; possiamo asserire che è una specie molto fugace.

Nel lago di Neuchâtel è molto abbondante in estate e assente in inverno; il ciclo sarebbe lo stesso nei due laghi ma è la quantità che differisce.

Leptodora. E' una specie d'estate e che scompare nei mesi invernali.

Massimo	Luglio - Agosto
Minimo	assente da Novembre a Aprile.

Lo stesso ciclo si verifica per il lago di Neuchâtel.

Bythotrephes. Abbiamo sempre contato integralmente la specie (così pure Leptodora).

Massimo	Ottobre - Novembre
Minimo	Febbraio - Giugno

Non scompare mai totalmente dal plankton neppure in inverno e allora lo si trova distribuito a tutte le profondità e non è raro il trovarlo anche nella zona 10 - 80 m. Durante il periodo fine Novembre- fine Dicembre il Bythotrephes diventa raro nel bacino di Locarno per il fatto che in questo tempo il bacino viene popolato dai coregoni che si spostano dal grande lago verso la foce del Ticino per deporre il fregolo; durante il soggiorno nel bacino di Locarno essi divorano con speciale predilezione il Bitotrefe così che questo si fa quantitativamente raro. Il Bitotrefe è pero quasi sempre accompagnato nel contenuto gastro-enterico da Dafnie ovigere e, caso tipico, anche da Copepodi.

Citiamo un fatto nuovo per la bioittiologia e da noi constatato :

Heterocope è specialmente divorata dalle Alose. Possiamo dire con quasi assoluta certezza che I PESCI PELAGICI NON DIVORANO CHE LE SPECIE PLANKTONICHE CHE SONO MENO ABBONDANTI, e non è da escludere il fatto, che tanto il Bitotrefe quanto l'Eterocope abbiano un giorno non lontano a scomparire totalmente dal nostro lago in seguito al forte consumo, così come è successo per il Bitotrefe per il lago di Lugano e per l'Eterocope per il Lario).

Parte seconda.

Variazioni qualitative del zooplankton durante l'anno.

LUGLIO. I Copepodi formano la massa del plankton a tutti gli stadi del loro sviluppo e soprattutto allo stadio di Nauplii. Più numerosi sono i Cyclops leukartii, abbondanti negli orizzonti superficiali o meglio nelle zone epi e metalimnetiche. I Cyclops stenuus sono presenti fino a 30 m. e alcuni riescono a passare nei banchi a C. leukartii, che sopportano meglio le zone illuminate. I Cyclops leukartii sono in piena riproduzione, esistono molti maschi, riconoscibili dalle loro antenne, e molte femmine ovigere di cui alcune portano fino a 30 uova. Numerosi sono ancora i Copepodidi. Rari i maschi di Cyclops strenuus.

Per quanto riguarda i Diaptomus si vede subito che la specie laciniatus abita le stesse zone che il C. strenuus, mentre il graciloides arriva fino alla superficie. In generale molti Nauplii di graciloides e alcune femmine ovigere. I D. laciniatus sono in riposo sessuale.

Le Heterocope abitano la zona 80 - 10 m. con un certo massimo a 50 - 20 m. Notiamo dei maschi e delle femmine e numerosi copepodidi. Alcune femmine sono provviste d'uova.

I cladoceri sono rappresentati da Diafanosomi, da Dafnie, da Side, Bosmine, Leptodore e Bitotrefi. In generale sono delle specie che non discendono al disotto di 50 m., eccezione fatta per le Side.

I Diafanosomi abitano di preferenza la zona 0 - 10 m. con una formidabile accumulazione a 10 - 5 m.; si tratta esclusivamente di femmine partenogenetiche e che si riproducono abbondantemente, con numerose uova d'estate, riconoscibili dalla loro trasparenza.

Le Sida non sono molto abbondanti e si trovano da 80 a 20 m.; esse sfuggono le zone fortemente illuminate e sono esser pure delle femmine partenogenetiche. Le Bosmine so-

no rarissime. Ci limitiamo a segnalarne la presenza nel lago. Le Leptodora sono abbondanti in superficie e il Bitotrefe si concentra a 20-10 m.

I Rotiferi sono gli stessi a tutti gli orizzonti: Conochilus, Notholca, Anurea, Asplanchna e nei grandi fondi abbonda Anurea aculeata. Alla superficie v'è una notevole condensazione di rotiferi.

La flora non offre niente di speciale: dominano le associazioni a diatomee (Tabellaria, Synedra, Melosira). I Dynobrion sono uno degli elementi essenziali del cenobio superficiale con qualche Cloroficea (Coelosphaerium). Questa fisionomia del plankton si mantiene nelle grandi linee per tutti i mesi e si continua in

AGOSTO. Nessun mutamento nella flora e nella fauna a rotiferi. Per questi ultimi notiamo una certa frequenza della specie Anapus e delle Thryarthra che sono ovigere. I Dynobrion sono in diminuzione e resta in predominanza l'associazione a diatomee.

Fra i ciclopidi predomina il leukartii con femmine ovigere e nauplii. Come capita per il Lario *(Baldi)* la popolazione a copepodi è in piena riproduzione. Nell'assieme è la stessa facies faunistica che per il mese di luglio. I Diaptomus sono numerosi allo stadio di copepodidi e di nauplii. La statificazione varia collo stato del cielo. I soli mutamenti sensibili della fauna pelagica concernono le Heterocope che cominciano a diminuire. I cladoceri sono gli stessi e dominano le femmine partenogenetiche; le Bosmine sono scomparse; le Leptodora e i Bitotrefi sono ugualmente distribuiti fino a 20 m. con tendenza a formare degli sciami.

SETTEMBRE. Le società pelagiche presentano nel corso del mese alcune variazioni: le diatomee comprendono delle Asterionelle che diventano numerosissime alla fine del mese. Le cloroficee, rare, sono rappresentate da Pandorina, Coelosphaerium, Oocystis. Le scizoficee sono rappresentate da Mycrocystis; le Dinoflagellate sono abbondantissime con Ceratium e Peridinium.

I rotiferi non presentano mutamenti; Anurea aculeata vive al disotto dei 50 m. mentre cochlearis vive sopra i 50 m. Asplanchna è abbondante. La ripartizione orizzontale del crostaceoplankton ricorda quella di agosto. Le zone superficiali sono sempre molto popolate da larve di copepodi. Il D. graciloide porta qualche uovo mentre i laciniatus sono sempre in riposo sessuale.

Le Heterocope vivono a 50 - 20 m. e non vi sono quasi più copepodidi. I Diafanosomi sono considerevolmente aumentati; le Sida sono in diminuzione con alcuni maschi che si tengono vicino alle zone epilimnetiche. Le Leptodora e i Bitotrefi non sono molto abbondanti.

OTTOBRE-NOVEMBRE. La flora continua ad arricchirsi soprattutto per ciò che concerne le diatomee. Verso la fine di ottobre Asterionella costituisce la specie predominante. Si nota così uno sviluppo autunnale di fitoplankton che ha la sua influenza sulla ripartizione dell'ossigeno. Anaboena forma delle fioriture di lago localizzate. Il trypton è abbondantissimo e proviene dai fiumi; i rotiferi non offrono alcuna particolarità.

La fauna a copepodi resta sempre stazionaria e non presenta mutamenti considerevoli nella sua ripartizione verticale. Le Heterocope sono ancora in diminuzione e in novembre non si trovano che rari individui sessuati. I Diafanosomi sono quasi scomparsi mentre le Dafnie sono ancora considerevolmente sviluppate e abitano sempre le zone epilimnetiche. Le Sida anche sono quasi scomparse (Presenza di uova invernali). In conclusione la facies faunistica è caratterizzata dall'associazione: Asterionella- Copepodi.

DICEMBRE-GENNAIO. Quantunque la temperatura delle acque sia di molto diminuita non si notano cambiamenti notevoli nella costituzione delle biocenosi pelagiche. Predomina sempre l'associazione a diatomee dove si nascondono alcuni Dynobrion e Mallomonas. In dicembre esistono ancora alcuni individui sessuati di Heterocope. Niente di notevole per i Copepodi. In gennaio compaiono i primi nauplii di Heterocope, che vivono indifferentemente da 50 a

0 m. I Diafanosomi sono totalmente scomparsi. Le Dafnie in numero limitato in dicembre (presenza di maschi) sono abbondantemente sviluppate in gennaio. I Bitotrefi sono quasi tutti embriogeri.

FEBBRAIO-MARZO. Le diatomee sono sempre in numero preponderante con alcune Mallomonas e Oocystys. I Ceratium abbondano; in marzo da notare un'accrescimento sensibile di cloroficee. I rotiferi sono rappresentati sempre dalle stesse forme e di cui Conochilus è la più frequente.

Uno dei caratteri dei copepodi è la grande abbondanza delle larve rispetto agli adulti. I nauplii di Heterocope cominciano ad abbondare a tutti gli orizzonti. Il Bitotrefe presenta in quest'epoca il minimo di frequenza.

APRILE. Si notano cambiamenti importanti nella flora. La specie predominante è Melosira con Synedra e Cyclotella. Le Cloroficee sono ben rappresentate anche quantitativamente da: Oocystis, Coelosphaerium, Dichtyosphaerium ecc. Le Coniugate sono rappresentate da Closterium e da Pediastrum. Direttamente sotto il pelo del lago si notano alcuni Dynobrion e alcuni Eliozoi. Synura e Mallomonas sono discretamente sviluppate.

I rotiferi hanno la stessa fisionomia che nei mesi precedenti. L'associazione predominante dei crostacei è data dai Copepodi. I Diaptomi hanno relativamente pochi adulti e molte larve (copepodidi). Si notano alcune femmine ovigere; tutto il resto è rappresentanto da D. graciloide. Le Heterocope non esistono che sotto forma di nauplii. I cladoceri sono debolmente rappresentati da Dafnie e da Side verso la fine del mese (50 - 10 m.). Le Leptodore appaiono e i Bitotrefi aumentano.

MAGGIO. L'associazione è caratterizzata dalla predominanza di Dynobrion. Seguono delle quantità formidabili di diatomee ove si mescolano Coniugate e Cloroficee. I rotiferi sono considerevolmente sviluppati e molti sono ovigeri. La fauna a diaptomi vede un accrescimento per quanto riguarda gli adulti. I Cyclops sono sviluppati allo stato di

nauplii e di copepodidi più che di adulti. I nauplii di Heterocope cominciano a trasformarsi in copepodidi, che vivono a 20 - 5 m., ma che talvolta arrivano a 5 - 0 m.

I cladoceri comprendono una nuova specie che è Diafanosoma, vivente in superficie. Le Dafnie sono ben numerose e vivono a 5 - 0 m.; le Side abitano indifferentemente tutta la zona del lago con un massimo a 50 - 30 m. e a 20 - 10 m.

GIUGNO. Dynobrion e Ceratium costituiscono l'elemento essenziale della flora algosa. Le diatomee sono ancora sviluppatissime con molti Ceratium, Peridinium e qualche Coniugata. I copepodi si tengono sempre nelle stesse proporzioni: si noti un minimo rimarchevole di D. lanciniatus. I Cyclops presentano quantità strabocchevoli di nauplii. Le Heterocope sono allo stato di individui sessuati ma in maggior copia copepodidi; le larve abitano le zone superiori del lago mentre gli adulti vivono a 50-20 m. I Diafanosomi cominciano a moltiplicarsi rapidamente, e le Sida anche, le quali scendono ad orizzonti più profondi. Apparizione fugace di Bosmina a 10-0 m. Le Leptodora sono ben sviluppate (massimo dell'anno).

LUGLIO-AGOSTO. Se la flora non presenta grandi variazioni comparandola a quella del mese di luglio 1934 vedremo alcuni mutamenti per quanto concerne i crostacei. Se i copepodi si mantengono press'a poco nelle stesse grandi linee i cladoceri presentano forti variazioni quantitative: i massimi dei Diafanosomi ritardano nel 1935 per raggiungerli solo in settembre, invece che in luglio. Gli altri cladoceri hanno la stessa disposizione che nel 1934.

Parte terza.

Ripartizione verticale del zooplankton.

Non possiamo giudicare della produzione planktonica del lago di Locarno in quanto non abbiamo potuto a tal scopo applicare il metodo di sedimentazione di *Fuhrmann*.

Ci accontentiamo di studiare la ripartizione nelle diverse zone (V. Tav. n.ro LIII - LVIII).

Zona 0 - 10 m. La zona è sempre riccamente popolata durante tutti i mesi dell'anno. I copepodi vi sono presenti a tutti gli stadi quantunque abbondino di più le larve, che sono meno fototattiche degli adulti. Un considerevole accrescimento di individui sessuati si verifica in febbraio-marzo per i Diaptomi e in luglio-settembre per i Cyclops. Le Heterocope vi sono sempre rare a tutti i mesi dell'anno, notata tuttavia la presenza di Copepodidi e Nauplii nei mesi da gennaio a giugno.

Per i Cladoceri non abbiamo alcun che di notevole da segnalare: assenti o quasi le Side, assenti i Diafanosomi durante l'inverno e pressochè costanti le Dafnie. Se il Bitotrefe vi è presente tutto l'anno la Leptodora scompare nei mesi freddi.

Zona 20-10 m. Anche questa zona è sempre considerevolmente popolata. Per i Diaptomi assistiamo a un certo massimo nei mesi primaverili sia per le larve che per gli adulti. I Cyclops sono rarefatti nei mesi estivi benchè le loro larve siano sempre numerosissime. Le Heterocope sono presenti in numero poco rilevante da giugno a settembre e così i nauplii da gennaio a maggio. E in questa zona che vivono di preferenza i maschi di Diafanosoma pur essendo fugaci. Globalmente il Diafanosoma abita le zone superiori e non è che eccezionalmente che discende a questi orizzonti. Le Dafnie vi sono numerose nei mesi estivi e rare nei mesi invernali. (Spostamenti dovuti al variare dell'intensità fotica). Le Side trovano in questa zona condizioni propizie

alla loro leucofobia. Il Bitotrefe vi abbonda quasi come nelle zone superiori.

Zona 30 - 20 m. I Diaptomidi hanno anche in questa zona un considerevole sviluppo durante i mesi primaverili. I Cyclops invece presentano durante l'anno considerevoli variazioni con un massimo di larve nel periodo da gennaio a giugno. Le Heterocope sono sviluppate in numero massimo, soprattutto gli individui sessuati nei mesi caldi. I Diafanosomi e le Dafnie sono rare e le Side abbondanti tranne il periodo dicembre-marzo. Il Bitotrefe popola anche questa zona.

Zona 50 - 30 m. I Diaptomidi cominciano a rarefarsi pur presentando lo stesso andamento che per le altre zone. Lo stesso vale per i Cyclops che vi hanno un massimo di larve da novembre a aprile. Le Heterocope sono ben sviluppate, gli adulti in numero più considerevole che nella zona 30 - 20 m. Rari i Diafanosomi e le Dafnie, abbondanti invece le Side. Da notare in luglio una debole presenza di Bosmine. Il Bitotrefe è presente sporadicamente durante tutto l'anno.

Zona 80 - 50 m. Da registrare un sensibile accrescimento durante il mese di gennaio per i Diaptomi e anche per i Cyclops (discesa invernale del plankton). Gli altri planktonti non presentano niente di speciale, salvo che vanno rarefacendosi. (Notata in gennaio la presenza di Bitotrefe).

Zona 110 - 80 m. Il fatto più saliente è che nel suo assieme la zona è poco popolata. Minimo considerevole nei mesi estivi durante la stagnazione anche per il fatto che le condizioni di esistenza diventano poco propizie per gli ossigenofili crostacei. Tuttavia i Cyclops sono sempre abbondantemente presenti. Le dafnie sono presenti in questa zona durante quasi tutti i mesi dell'anno ma in quantità poco rilevante. Esse scompaiono o quasi durante i mesi della stagnazione. Il Bitotrefe vi è pure presente.

In generale se analizziamo l'habitat delle differenti specie possiamo così riassumere :

Diaptomus graciloides è una specie che abita indifferentemente la zona fra 50 e 0 m., con diversa frequenza secondo l'età.

Diaptomus laciniatus è invece una specie che preferisce le zone profonde con considerevole sviluppo nei mesi invernali. Può però secondo l'intensità fotica arrivare alla superficie ma ciò non rappresenta che un'eccezione. Le larve delle due specie di Diaptomus sono più ubiquitarie tanto che si trovano larve di graciloides da quota 110 a quota 0; quelle di laciniatus hanno una ripartizione meno considerevole.

Cyclops leukartii è con D. graciloides una delle specie più abbondanti del plankton. *Monti* ha constatato la stessa cosa per il Lario. E' una specie che abita da 0 a 50 m. per cui questo strato d'acqua è sempre caratterizzato dall'associazione D. graciloide - C. leukartii.

Cyclops strenuus abita le zone profonde ma non è raro anche nelle zone superiori ai 30 m.

Heterocope saliens la sua ripartizione è compresa fra 50 - 10 m.; i copepodidi e i nauplii arrivano talvolta anche a 5 - 0 m. E' una specie quantitativamente poco abbondante mentre i nauplii sono ben sviluppati nei mesi primaverili.

Diaphanosoma brachyurum. Limite di discesa 50 m. con un massimo a 10 - 0 m. e precisamente a 5 - 0 m. E' sviluppatissima in agosto e la specie è monociclica con maschi nell'autunno.

Daphnia hyalina. E' ripartita nella massa lacustre con un massimo a 5 - 10 m. e anche a 5 - 0 m. Nel lago di Neuchâtel invece la zona 60 - 40 m. è la più popolata.

Sida limnetica vive fra 0 - 80 m. ma il suo massimo si trova a 50 - 30 m.

Bosmina longispina. Pochissimo sviluppata è presente solo in giugno-luglio e può vivere a tutti gli orizzonti con un certo massimo alla superficie.

Bythotrephes longimanus abita tutta la zona pelagica e discende fino a 110 m. con un massimo a 20 - 10 m.

Leptodora hyalina. La sua ripartizione è limitata alle zone nettamente superficiali.

Conclusioni.

Nel Verbano le associazioni pelagiche risentono molto poco delle condizioni climatiche invernali. Tuttavia col sopravvenire della circolazione totale si nota una discesa del plankton a orizzonti più propizi. Durante l'inverno in seguito ai moti convettivi il plankton non è più tipicamente stratificato e la stratificazione non ricomincia che con la stagnazione.

Parte quarta.

Migrazioni verticali giornaliere.

Anche sortendo dal campo della limnologia pura per entrare in quello della biottiologia si constata che è un fatto noto a tutti i pescatori del lago che il plankton con la discesa della notte sale alla superficie e con esso i pesci. Per il Verbano il primo lavoro che si interessi a fondo della questione è il presente.

Abbiamo scelto a tal scopo una notte senza luna; però data la poca distanza che separa il nostro punto (I^0) dai fari d'illuminazione del quai di Locarno l'oscurità, diremo, assoluta, non era realizzata; ma consideriamo questa luce arrivante parallelamente allo specchio lacustre come non avente influenza sulle migrazioni.

L'intervallo fra le due raccolte fu di 24 h.: durante il giorno una forte insolazione ha dovuto provocare la discesa massima del plankton e possiamo così vedere nelle nostre cifre il massimo della ripartizione.

Migrazioni verticali dei differenti planktonti.

ROTATORIA.

Conochilus. Durante il giorno si trova localizzato a tutti gli orizzonti superficiali. Data la sua preferenza per le zone fortemente illuminate la sua migrazione deve essere minima.

Anurea. Di giorno questo rotifero abbonda nelle zone 40 - 0 m. fuggendo le regioni nettamente superficiali. Lo si trova rarissimo a 1 - 0 m. e l'associazione aumenta a 5 - 3 m. e a 20 - 10 m. Durante la notte il suo massimo si trova alla superficie e diventa raro nelle zone profonde. Alcuni individui esistono a 80 - 110 m. (A. aculeata vive esclusivamente al disotto di 50 m.).

Anapus. La migrazione è debolissima: come animale di superficie i suoi spostamenti diurni sono compresi fra 5 m. e la superficie.

Burckhardt e Steiner hanno dimostrato la stessa cosa per il lago di Lugano. L'influenza delle radiazioni solari si fa sentire sulle abitudini dell'animale perchè durante il giorno esso si trova nascosto dagli spessi banchi algosi, mentre di notte è abbondante al pelo dell'acqua.

Notholca. Benchè di giorno si trovi nella zona 5 - 0 m. il massimo è a 10 - 5 m. Un secondo massimo è a 20 - 10 m. La sensibilità fotica è rimarchevole: durante la notte il massimo è a 2 - 0 m., la migrazione è in conseguenza notevole. La specie abbonda anche negli orizzonti profondi e non manca mai a 110 - 80 m. pur essendo rarefatta.

Polyarthra. Di giorno il massimo è a 5 - 3 m. Pur spingendosi di notte verso 0 m., la migrazione è poco marcata.

Triarthra. Abita le zone debolmente rischiarate e non discende mai nelle zone fra 100 - 50 m.

Il protozoo *Codonella* abbonda di giorno a 20 - 5 m. ma è assente dalle zone superficialissime. Durante la notte si localizza a 3 - 0 m.

RIASSUNTO: La più forte migrazione nictimerale dei rotiferi è realizzata da Notholca. Per gli altri si nota una decrescenza così esposta : Anurea - Anapus - Conochilus. Deboli le migrazioni di Triarthra.

CROSTACEA

I) Cladocera.

Leptodora. E' una specie che fugge di giorno le zone fortemente illuminate della superficie per condensarsi a 10-5 m. Di notte arriva vicinissima alla superficie ciò che ci ha permesso di raccoglierne 20 individui in 25 litri d'acqua.

Bythotrephes. Presenta il suo massimo diurno a 20 - 10 m. e di notte a 10 - 5 m. La migrazione è poco marcata ma sensibile.

Diaphanosoma. Specie superficiale durante tutta la sua esistenza ed è di tutti i crostacei la meno fototattica. Se di giorno non arriva direttamente alla superficie lo fa di notte

ma la sua ripartizione è la stessa o quasi nei due casi. La ripartizione verticale si arresta a 10 m.

Daphnia. Specie superficiale essa pure ma presenta una più forte ripartizione di Diafanosoma.. Essa arriva a 50 m. di giorno e presenta il massimo a 20 - 10 m. è molto abbondante a 5 - 2 m. Di notte la zona 5 - 0 m. è molto popolata.

Sida. Trova il suo massimo diurno a 50 - 20 m. pur essendo poco sviluppata durante il mese di giugno. In agosto 1934 l'abbiamo trovata a 110 m. Di notte si trova a 5 - 0 m. La migrazione è in media di 5 - 0 m.

Bosmina. Assente durante le nostre ricerche tranne in luglio 34 e giugno 35. E' una specie poco sviluppata per il plankton del Verbano ed è localizzata a 5 - 0 m. Migrazione limitata.

II) Copepoda.

Heterocope. Il massimo diurno è a 30 - 10 m. La sensibilità fotica aumenta proporzionalmente con l'età dell'individuo per cui lo stadio copepodide è meno sensibile alla luce e abbonda ancora a 10 - 5 m. e non è raro a 5 - 0 m.; gli individui sessuati fuggono le zone fortemente illuminate: Heterocope presenta una ripartizione fino a 80 m. Di notte il massimo si trova a 2 - 1 m. e la migrazione è così di 30 - 40 m. I nauplii sono assenti perchè in giugno si sono tutti trasformati in copepodidi.

Diaptomus laciniatus. Vive a 110 - 50m. Durante alcuni mesi dell'anno la sua ripartizione è uniforme con quella di D. graciloide ma in proporzione minore. Di notte arriva a 5 - 3 m. e la migrazione è la più considerevole di tutti i planktonti.

Diaptomus graciloides. Il massimo di giorno si trova a 20 - 10 m. Le femmine discendono di più dei maschi. Di notte si localizza a 2 - 0 m.; le femmine raggiungono la superficie e quindi esse hanno una più forte migrazione dei maschi.

Copepodidi di Diaptomus. Non abbiamo fatto la differenza fra le due specie. Di giorno sono repartiti a tutti gli orizzonti da 2 m. fino al fondo con un massimo a 20 - 10 m. La sensibilità fotica è minore che per gli individui sessuati. Di notte le zone 110 - 50 si spopolano e il massimo si trova a 3 - 1 m. Le larve di diaptomus sono quelle che compiono la più forte migrazione. In generale la migrazione varia fra 50 e 20 m.

Nauplii di Diaptomus. Il massimo diurno è a 20 - 10 m.; la migrazione non è dunque forte benchè il massimo notturno sia a 3 - 2 m.

Cyclops strenuus. Abita la zona 110 - -50 m.; di notte arriva alla superficie, la sua migrazione è così considerevole.

Cyclops leukartii. Si trova uniformemente distribuito fino a 30 m. ma può discendere di più e i copepodidi abbondano di giorno a 5 - 0 m. Occorre anche qui dire che la sensibilità fotica è più grande negli individui sessuati. Di notte abbondano a quota 0.

Nauplii di Cyclops. Sempre abbondanti, occupano tutta la massa del lago ma presentano a quest'epoca uno sviluppo formidabile a 110 - 80 m. La migrazione è in complesso debole. Tuttavia una certa condensazione è stata verificata a 2 - 1 m. di notte (notiamo che a 110 - 80 m. abbiamo trovato di notte un'accumulazione straordinaria di nauplii che il giorno seguente si trovano distribuiti fino a 50 m.; occorre in ciò vedere la nascita di molte larve).

IN CONCLUSIONE :

Le migrazioni verticali nel lago di Locarno variano secondo la sensibilità fotica dei diversi organismi.

Nei diversi gruppi abbiamo notato individui a sensibilità e altri a sensibilità limitata o nulla.

In generale notiamo che LE LARVE, GLI EMBRIONI E I NAUPLII PRESENTANO UNA MIGRAZIONE MENO FORTE DEGLI ADULTI.

Nel bacino di Locarno la migrazione è regolarmente crescente secondo la scala: Triarthra - Polyarthra - Conochilus - Anapus - Diaphanosoma - Leptodora - Ploeosoma - Notholca - Bythotrephes - Cyclops leukartii - Daphnia - D. graciloides - Heterocope - C. strenuus - D. laciniatus.

I due termini della serie sono rappresentati da un rotifero e da un crostaceo; un'evoluzione molto marcata del limite differenziale si mostra nei planktonti.

Se facciamo il parallelo delle migrazioni del nostro lago con quelle del lago di Neuchâtel stabilite da *Fuhrmann* e *Robert* non constatiamo grande differenza per l'ampiezza. Se una differenza esiste occorre vederla nella diversa ampiezza dei diversi organismi. Ciò che biologicamente non significa gran che, queste differenze essendo attribuibili all'ecologia propria del Verbano.

Le cause delle migrazioni sono state esposte in vari lavori del genere. Vogliamo tuttavia esaminare la fisiologia propria di questi movimenti.

Issel ha mostrato: " che si tratta della sensibilità fotica delle diverse specie. Ogni specie trova l'optimum fisiologico d'intensità luminosa in una zona di profondità determinata, che varia non solo in larga misura da specie a specie, ma entro limiti specifici varia con l'età e lo stato fisiologico. In più il livello optimum subisce delle oscillazioni continue dovute alle interferenze di numerosi fattori, che agiscono sensibilizzando e desinsibilizzando l'individuo per rapporto alla luce. I crostacei fortemente fototattici vengono a nuotare alla superficie, ma ivi l'accresciuta intensità luminosa li fa di nuovo sommergere perchè l'azione prolungata di una luce troppo viva inibisce i centri motori e le cause delle migrazioni si riducono a un'alternativa di inibizioni e di stimolazioni."

E' chiaro il perchè le differenti specie hanno il loro massimo a profondità differenti; l'età, l'abbiamo dimostrato per i copepodi, ha una grande influenza sulle capacità difensive alla luce.

Poichè le alghe pelagiche all'opposto dei zooplanktonti, sanno utilizzare le radiazioni luminose per assimilarsi il

mondo inorganico discolto sotto forma di sali nell'acqua, grazie alla clorofilla, sembrerebbe a prima vista, che la luce per quanto intensa, non sia del tutto pericolosa a questi esseri. Invece anche i vegetali sfuggono una luce troppo viva discendendo di qualche metro sotto il pelo dell'acqua. (Il massimo di O_2 sviluppato si trova a 2 m.).

Sono dunque delle cause d'ordine fisico quelle che determinano le migrazioni e anche la ripartizione verticale del plankton. Si è voluto vedere nell'O_2 una delle cause fondamentali per spiegare le ascensioni notturne, per il fatto che durante la notte l'O_2 non è più prodotto dalle alghe. Non possiamo sottoscrivere a quest'idea: le variazioni dell'ossigeno sono molto deboli anche per il fatto che l'O_2 prodotto di giorno resta in loco per le temperature decrescenti.

Alcuni valori della migrazione nictimerale.

Tav. XLII.

GIORNO		NOTTE
	0,20 cm. — 0 m.	
25 crostacei		874 crostacei
224 rotiferi		2912 rotiferi
	1 — 0 m.	
2805 crostacei		29371 crostacei
14790 rotiferi		98890 rotiferi
	2 — 0 m.	
23970 crostacei		62360 crostacei
38920 rotiferi		101490 rotiferi

Esempi tipici :

	0,20 cm. — 0 m.	
Diaptómus ♂	—	12
Diaptomus ♀	—	12
Copepodidi ♀	—	12
Cyclops ♂	—	—
Copepodidi ♂	12	550
Nauplii	12	162
Polyarthra	112	2212
Notholca	100	525
Anurea	—	175
Conochilus	12	—

GIORNO		NOTTE
	1 — 0 m.	
Diaptomus ♂	—	3570
Diaptomus ♀	—	1785
Copepodidi	—	357
Cyclops ♂	1020	714
Cyclops ♀ + Cop.	—	16420
Nauplii	1785	5710
Daphnia	—	1070
Diaphanosoma	—	1070
Notholca	7140	20700
Polyarthra	6885	62800
Anurea	510	5300
	2 — 0 m.	
Diaptomus ♂	—	3060
Diaptomus ♀	—	6120
Copepodidi	255	4600
Cyclops ♀ + Cop.	13000	19400
Nauplii	9430	10830
Diaphanosoma	510	5010
Daphnia	510	4590
Heterecope ♂	—	300
Heterocope ♀	—	140
Copepodidi	—	1700
Notholca	30000	30600
Polyarthra	3570	64800
Anurea	3570	5610
Anapus	—	510

Abbiamo esposto le cifre più salienti; notiamo che a misura si discende il parallelo non è sì netto per il fatto che la zona 0 - 5 m. è sempre popolata anche di giorno.

Variazioni qualitative nella zona 0 - 5 m.

GIORNO	NOTTE
Fisionomia generale del plankton così costituita: i ceratium e i Dynobrion sono l'elemento essenziale del fitoplankton molto sviluppato. In queste vere praterie si nota uno sviluppo considerevole di filamenti di Melosira e Fragilaria e ove le Cyclotelle non sono assenti. Mancano le Codonelle. I rotiferi sono: Notholca - Polyarthra - Anurea - Anapus. I Copepodi si presentano a tutti gli stadi del loro sviluppo dai nauplii ai copepodidi ai ♂, alle ♀. Notiamo Cyclops leuk. e D. grac.; i Diafanosomi abbondano, Dafnie e Leptodore presenti.	L'associazione vegetale non presenta grandi mutamenti: notiamo alcune Tabellarie. I Ceratium costituiscono l'elemento essenziale della flora che non è aumentata. Abbondano le Codonelle. La fauna a rotiferi non presenta pure cambiamenti notevoli. I crostacei invece sono di molto aumentati: tutti i termini dei Copepodi cui devesi aggiungere ♂ e ♀ di Heterocope. Le Leptodora aumentano. Gli altri Cladoceri non presentano fatti notevoli. Presenti le Side.
In generale : Fitoplankton + Rotiferi > Crostacei.	In generale : Fitoplankton + Rotiferi $\geq$ Crostacei.

RIASSUNTO.

I) Le migrazioni verticali del bacino di Locarno sono ormai un fatto dimostrato.

II) L'ampiezza delle migrazioni dei differenti plantonti non esce dalle grandi linee tracciate per gli altri laghi insubrici studiati e per i laghi nordalpini. La più forte migrazione è data da *Diaptomus laciniatus* e da *Sida*, la più debole da *Triarthra*.

III) La causa delle migrazioni è attribuibile alla luce. Sotto il nostro cielo intensamente fotico, la discesa giornaliera del zoo e fitoplankton è forte. Il fenomeno di discesa e di ascesa è in ultima analisi un tattismo che diventa negativo quando la causa determinante diventa superiore ai limiti di percezione. Le migrazioni non sono altro che le reazioni degli organismi agli stimoli fisici delle radiazioni luminose.

Parte quinta.

La ripartizione orizzontale del zooplankton.

13 II 1935. Giorno chiaro; lago calmo, trasparenza 12 m. Temperatura sup. 6,4 C. Avvicinandoci dalla riva sinistra a Locarno, abbiamo constatato una forte diminuzione della trasparenza, dovuta alla riduzione dell'irradiazione solare. La distanza delle due rive è di circa 3700 m. I 6 punti scelti distano circa m. 600. Le condizioni fisiche sono le stesse. Per quanto riguarda il plankton diciamo subito che l'uniformità nella fisionomia è assoluta. Lo stesso facies a copepodi è tipico. Infatti i cladoceri sono poco sviluppati e rappresentati da Bitotrefi e da Dafnie. In predominanza è D. graciloides e C. leukartii cui seguono in ordine C strenuus e D. laciniatus. Notata la presenza di nauplii di Heterocope. I rotiferi sono da per tutto gli stessi: in particolare al disotto di 50 m. si nota Anurea Aculeata; nella flora domina l'associazione a Diatomee e Ceratium, abbondantissimi e con rare cloroficee (Pandorina, Mallomonas). La scizoficea Anaboena è abbondante.

QULITATIVAMENTE IL PLANKTON E' LO STESSO, QUANTITATIVAMENTE HA TENDENZA A ESSERLO. Se nelle differenti stazioni i vari organismi non presentano gli stessi valori si notano cifre molto vicine.

La cosa è chiara considerando la tav. n.ro XLIII - XLV.

Accettiamo per il Verbano quanto *Robert* diceva per il lago di Neuchâtel : *La repartion horizontale du Plankton est uniforme même a des profondeurs très différentes, sans attribuer au terme " uniforme " un sens trop strict.*

Tav. XLIII 10 - 0 13 - 2 - 35

SPECIE	I	II	III	IV	V	VI
Diaptomus ♂	4,0	7,1	5,5	3,0	—	0,8
Diaptomus ♀	11,2	9,6	6,1	10,4	3,0	2,0
Copepodidi	13,7	12,2	24,4	2,5	4,0	8,1
Nauplius	37,7	61,2	59,3	51,4	24,4	19,1
Cyclops ♂	—	—	—	—	—	—
„ ♀ + Cop.	6,1	8,1	3,6	2,4	1,5	1,2
Nauplius	28,5	28,0	22,6	21,4	20,9	11,8
Daphnia	8,6	8,1	3,0	9,1	—	1,6
Embrioni	0,5	0,5	—	—	—	—
Bythotrephes	0,6	—	—	0,6	—	—

Fitoplankton: Diatomee in predominanza, Anaboena abbontante. Asterionella Melosira, Ceratium.

Rotiferi: Polyarthra, Anurea, Conochilus, Notholca.

Tav. XLIV 30 - 10

SPECIE	I	II	III	IV	V	VI
Diaptomus ♂	5,5	9,1	7,9	9,1	2,0	1,0
Diaptomus ♀	7,3	6,1	13,4	19,6	1,0	1,0
Copepodidi	12,2	14,6	12,8	20,8	6,1	4,5
Nauplius	39,7	66,0	67,3	68,5	18,9	12,7
Cyclops ♂	—	—	—	—	—	—
„ ♀ + Cop.	4,8	17,1	12,8	15,9	12,2	19,3
Nauplius	35,4	50,7	47,1	58,1	58,7	30,0
Daphnia	4,2	9,1	3,0	2,4	2,0	—
Embrioni	1,2	—	—	1,8	—	—
Bythotrephes	0,04	0,04	—	—	—	—

Fitoplankton: Diatomee in predominanza. Asterionelle, Ceratium, Mallomonas, Pandorina.

Rotiferi: Conochilus, Triarthra, Anapus, Anurea, Notholca, Polyarthra.

Tav. XLV — Repartizione il 13-II-35

SPECIE	I	II	III	IV	V	VI
10 - 0						
Copepodi	35,1	37,2	39,7	41,0	7,0	10,0
Nauplius	66,3	89,2	82,0	72,0	45,3	28,9
Cladoceri	8,7	8,1	3,0	9,2	—	1,6
Embrioni	0,5	0,5	—	—	—	—
30 - 10						
Copepodi	30,9	47,1	47,2	36,5	21,4	26,0
Nauplius	75,2	122,8	114,4	126,6	77,7	42,8
Cladoceri	4,3	9,2	3,0	2,4	2,0	—
Embrioni	1,2	—	—	1,8	—	—
50 - 30						
Copepodi	56,9	53,0	49,3	50,6		
Nauplius	157,8	129,1	132,2	130,1		
Cladoceri	4,3	6,7	4,8	3,4		
Embrioni	—	—	1,2	—		
110 - 50						
Copepodi	39,7	80,8	50,0	19,3		
Nauplius	265,0	238,0	157,0	76,5		
Cladoceri	1,2	2,1	3,5	1,5		
Embrioni	—	0,7	—	—		

10 IV 35. Cielo bleu ma non troppo luminoso. La raccolta si effettua secondo il profilo nro 3. Fatto particolare è la presenza di alcuni D. laciniatus a 10 - 0 m. Il resto del zooplankton è costituito da D. graciloides, C. leukarti e stenuus. Le Dafnie sono i soli cladoceri presenti. Il fitoplankton fortemente sviluppato presenta in più delle abituali diatomee e Ceratium dei Dynobrion e Cloroficee (è questa l'epoca del massimo sviluppo delle alghe verdi). Da notare che la raccolta nro I è stata effettuata a 20 m. dalla foce della Maggia, il retino è ritornato alla superficie carico di detriti ma ricchissimo di plankton.

La ripartizione del plankton mostra una certa uniformità, e NON RISENTE IN ALCUN MODO L'INFLUENZA NELLA CORRENTE.

La facies del zooplankton è costituita dall'assieme: Copepodidi di Diaptomus, Nauplius di Cyclops. I Copepodi adulti non sono molto sviluppati. (V. tav. nro XLVI).

Tav. XLVI. 10-0 m. 10 - 4 - 35

Specie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Diaptomus ♂	4,8	2,0	1,2	4,0	1,5	1,5	2,0	1,2
Diaptomus ♀	2,4	6,1	1,6	2,8	3,0	1,2	2,0	0,8
Copepodidi	66,9	70,3	44,4	46,1	44,3	26,0	39,5	32,3
Nauplius	6,5	11,2	2,8	4,8	7,3	7,9	7,3	5,0
Cyclops ♂	2,4	1,0	1,6	2,4	1,2	0,3	1,2	0,4
„ ♀ + Cop.	20,4	31,6	7,3	11,8	7,0	4,5	7,3	8,1
Nauplius	20,4	27,5	12,6	22,4	24,4	26,6	24,0	13,8
Daphnia ♀	0,8	2,0	0,4	0,8	0,3	0,3	1,2	2,0
Embrioni	0,8	0,4	—	—	—	—	—	—
Sida ♀	—	—	—	0,02	—	—	—	—

Fitoplankton: Associazione a Diatomee con Melosira e Cloroficee, Codonelle abbondanti.

Rotiferi: abbondanti.

Tav. XLVII 15 - 0 25 - VI 35

Specie	I	II	III	IV	V.	VI	VII	VIII
Diaptomus ♂	0,8	0,8	0,8	0,8	—	—	—	—
Diaptomus ♀	0,8	1,6	1,6	0,8	—	0,4	—	—
Copepodidi	11,4	4,8	4,8	7,3	4,0	7,3	6,5	3,2
Nauplius	4,8	9,7	4,0	6.5	1,2	7,3	3,2	1,2
Cyclops ♂	—	—	—	—	0,8	0,8	—	—
„ ♀ + Cop.	62,8	25,2	13,8	16,6	12,2	18,7	26,1	13,0
Nauplius	5,3	44,8	30,1	31,2	22,0	36,7	48,9	35,9
Heterocope	0,020	—	0,020	—	—	0,020	0,020	—
Diaphanosoma	4,8	5,7	4,0	0,8	0,4	0,8	3,2	—
Embrioni	0,8	—	0,8	—	0,4	—	—	—
Daphnia ♀	5,7	4,0	2,4	3,2	2,0	0,8	9,7	0,8
Embrioni	1,6	—	1,6	—	—	—	1,6	1,6
Bosmina	—	—	—	—	—	—	—	—
Leptodora	—	0,8	—	—	—	—	—	—
Bythotrephes	—	—	0,2	0,2	—	0,2	0,2	—

Fitoplankton: Ceratium, Fragillaria, Synedra, Asterionella.

Rotiferi: Polyarthra, Notholca, Anurea.

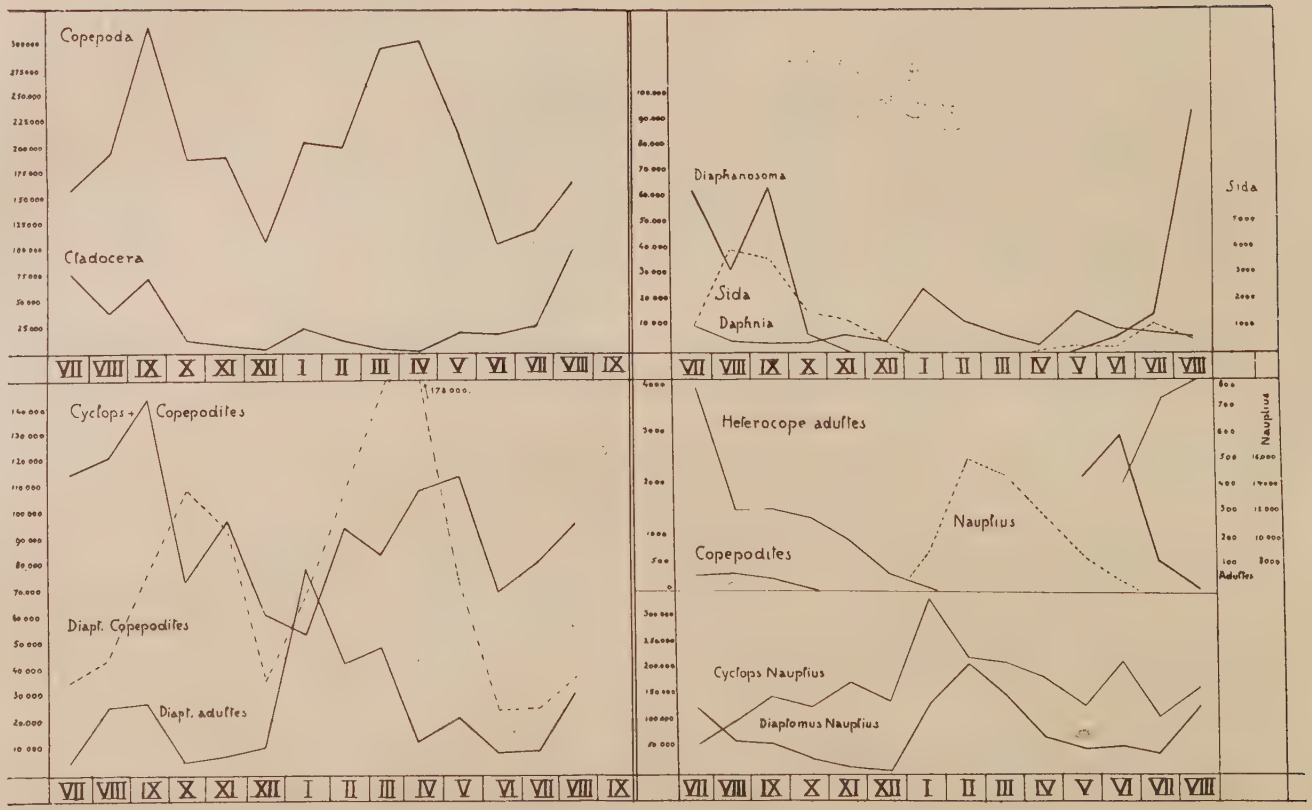
25 VI 35. Il zooplankton si presenta con una nuova facies: i cladoceri sono più abbondanti e rappresentati da Dafnia, Diafanosomi, Leptodore e rare Bosmine.

Notiamo dei copepodidi di Heterocope; gli individui sessuati non sopportano la luminosità della zona 15 - 0 m. Per gli altri Copepodi le cose restano invariate. Il fitoplankton forma uno spesso feltro di Ceratium, Synedra, Fragillaria e qualche Asterionella. I rotiferi sono gli stessi che precedentemente.

Per quanto riguarda la ripartizione, eccezion fatta per li punto VIII, notiamo una rimarchevole omogeneità (i valori un po' elevati di VIII devono essere attribuiti al fatto che abbiamo iniziato la raccolta prima della levata del sole; molti crostacei non si sono ancora ritirati nelle zone inferiori; col levar del sole tali specie discendono in seguito all'accrescersi dell'intensità luminosa).

Per i rotiferi non notiamo grandi mutamenti, il che conferma che la loro leucofobia è meno sviluppata che nei crostacei.

Il carattere del plankton a tutte le stazioni è a Ciclopidi (in predominanza larve). I Diafanosomi sono abbondanti come le Dafnie in modo che il quoziente Copepodi/Cladoceri è più piccolo che negli altri mesi. (V. tav. nro. XLVII; la raccolta è stata effettuata lungo il profilo nro. 2 partendo da Locarno).



Tav. XLVIII

Variazioni del plankton 110 - O m. (individui in migliaia per m²)

CAPITOLO V.

CONCLUSIONI: LA BIOPRODUZIONE E LA POSIZIONE DEL VERBANO NEL SISTEMA THIENEMANN - NAUMANN.

Naumann considera che la produttività del biotopo lacustre:

"....an organische Substanz innerhalb einer gegebener Zeit ist die Gesamtmenge, der während dieser Zeit innerhalb der Biotop gebildeten Organismen und ihrer Exkrete."

Il 30 settembre abbiamo potuto applicare il metodo di sedimentazione *Fuhrmann* ed abbiamo calcolato che per ogni m^2. di superficie esiste da 110 - 0 m. una quantità di plankton di cm^3. 62.

Limitiamo il calcolo all'isobata 85,8 la cui superficie è di m^2. 1.400.000. Sotto tale superficie v'è una quantità di

$$cm^3.\ 86.800.000 = m^3.\ 86.$$

di sostanza vivente.

Il 25 giugno 1935, sotto un m^2. vi sono cm^3. 16 di plankton. Per tutto il lago si ha:

$$15.000.000 \times 16 = cm^3.\ 240.000.000 = m^3.\ 240.$$

Abbiamo potuto constatare anche volumetricamente una grande uniformità nella ripartizione del plankton.

Applichiamo ora il calcolo alle specie planktoniche più importanti per l'alimentazione dei pesci: v. a. d. il Bitotrefe e la Heterocope.

Durante i vari mesi dell'anno il Bitotrefe esiste nella zona 30-0 m. in numero medio di 100 individui per m^2.

Per tutto il bacino di Locarno esistono dunque:

$$100.15.10^6 = 15.10^8$$

cioè un miliardo e 500 milioni di Bitotrefi. Ci sembra che le sorti del coregono nel nostro lago siano assicurate pur ammettendo la monofagia del pesce (il che non capita che in certi periodi dell'anno).

Per l'Heterocope notiamo in Aprile una media di 1600 individui nella zona da 40 - 0 m.; per tutto il bacino avremo:

$1600.15.10^6 = 24.10^9$ individui di Heterocope.

La ripartizione verticale del plankton, sintetizzando, è legata a tutto un assieme di fattori fra cui quelli fisici emergono. Sappiamo che le migrazioni verticali dipendono dalle radiazioni luminose. Durante l'inverno il plankton grazie ai movimenti convettivi si trova ripartito a tutti gli orizzonti come risulta dalle tav. n.ro XLIX - LII.

Prova ne sia la zonazione delle Dafnie negli orizzonti superficiali durante l'estate e la ripartizione in tutte le zone in gennaio-febbraio. Non vogliamo credere che questa ripartizione sia determinata dai diversi crostacei che si sprofondano per cercare orizzonti propizi come ciò capita in altri laghi, ove le acque di superficie si raffreddano oltre il limite di densità massima. Noi vediamo in questa ripartizione invernale una delle conseguenze dell'UNIFORMIZZAZIONE generale del biotopo nei suoi dati biochimici: ossigeno, temperatura, bionti.

La posizione del bacino di Locarno nel sistema Thiemann - Naumann.

Dalla serrata analisi che abbiamo fatto appare che il lago è un complicato e meraviglioso organismo. Le condizioni ecologiche dell'alobio, dell'aerobio e del limnobio ripercuotono le stessi leggi, le stesse regole nella coordinazione incantevole di un medesimo ampio, universale fenomeno, tipico per la sua onnipresenza e che è la vita.

Il *Thienemann* ha fondato la sua classificazione dei laghi sul binomio :

PRODUZIONE +, DISTRUZIONE

Ripetiamo che il Thienemann divide i laghi in 3 grandi categorie :

I) *Laghi oligotrofi*, poveri di sostanze minerali e per conseguenza in fito e zooplankton.

Chimicamente l'ossigeno anche durante la stagnazione è ripartito in modo uniforme in tutto il lago. Nessun o pochi fenomeni di biolisi si verificano negli scarsi sedimenti.

II) *Laghi eutrofi*, ricchi in sostanze minerali. La produzione in questi laghi è maggiore della distruzione, sul fondo si accumulano sedimenti che nella loro biolisi utilizzano ossigeno (fondo azoico).

III) *Laghi distrofi*, caratterizzati da un forte pH e dalla ricchezza in sostanze umiche.

Haempel classifica il Verbano nella STENO-OLIGOTROFIA ma aggiunge: " eccezion fatta di alcuni bacini e di alcune insenature ".

Abbiamo visto che per certi caratteri morfometrici ed anche chimici il bacino di Locarno può essere considerato come OLIGOTROFO, mentre se ne stacca per vari altri e soprattutto per i biologici.

Se nell'OLIGOTROFIA produzione e distruzione si equilibrano, nel Verbano c'è sovrapproduzione di sostanza organica che precipita e forma sedimenti. Il bacino di Locarno ha di già superato la prima fase della sua esistenza che è l'oligotrofia assoluta; esso invecchia, si trasforma, anzi si distrugge.

E allorquando produzione $>$ distruzione si ha il lago EUTROFO. Ma eutrofo il bacino non è; l'azoicità del fondo non è mai realizzata ed il suo plankton è differente da quello dei laghi eutrofi.

Non esiteremmo a classificare il bacino di Locarno nella MESO-OLIGOTROFIA se una nuova nomenclatura non esistesse già : LA ZOOTROFIA (Monti) che mette bene in evidenza la ricchezza biologica delle nostre acque. E' un fatto ormai stabilito che il bacino di Locarno si eutrofizza e in parte ciò è dovuto anche alla colonizzazione graduale delle sue rive. Anche i valori morfometrici (in origine sicuramente oligotrofi) tendono all'eutrofia per il riempimento del bacino.

Così concepita la limnologia non è che un capitolo della storia del pianeta, delle sue metamorfosi; non è che una fase dell'azione costante che martella il viso della terra, modificandolo ad ogni istante, anzi ringiovanendolo.

E dall'azione puramente statica e descrittiva passa a un dinamismo fecondo e creatore, passa alla limnogenesi.

FINE

Tav. XLIX — 6 ottobre 1934 temp. sup. 18° O2 a o m 7,42 cm³ O2 a 110 m 4,58 cm³

Specie	106-80	80-50	50-30	30-20	20-10	10-0
Diaptomus ♂	—	—	—	—	0,3	0,6
Diaptomus ♀	—	0,3	—	—	0,3	3,3
Copepodidi	2,0	3,7	9,3	10,8	29,5	42,1
Nauplius	—	—	—	1,0	4,0	14,9
Cyclops ♂	10,2	3,0	1,6	1,0	0,3	7,4
„ ♀ + Cop.	2,0	4,7	13,0	9,1	29,5	53,7
Nauplii	12,2	6,4	9,3	6,1	12,2	—
Heterocope ♂	—	—	alcuni	alcuni	—	—
„ ♀	—	—			—	—
Copepodidi	—	—	—	—	—	—
Nauplii	—	—	—	—	—	—
Diaphanosoma	—	—	—	—	—	19,7
Daphnia	—	—	—	—	0,3	1,3
Sida	—	—	0,8	0,3	0,3	—
Bosmina	—	—	—	—	—	—
Leptodora	—	—	—	—	—	—
Bythotrephes	—	—	—	0,02	0,04	0,02

Tav. L. — 30 gennaio 1935 O2 o m 8,04 temp. sup. 6,°3

Specie	110-80	80-50	50-30	30-20	20-10	10-0
Diaptomus ♂	—	—	10,4	—	—	—
Diaptomus ♀	1,5	6,1	12,2	6,6	5,1	11,7
Copepodidi	4,0	13,7	14,6	7,1	7,6	16,3
Nauplius	—	24,9	44,6	29,5	17,8	24,4
Cyclops ♂	—	—	—	—	—	—
„ ♀ + Cop.	9,6	17,3	11,6	5,6	7,1	4,0
Nauplius	128,0	86,1	64,8	53,0	49,4	49,4
Heterocope ♂	—	—	—	—	—	—
„ ♀	—	—	—	—	—	—
Copepodidi	—	—	—	—	—	—
Nauplii	—	1,0	2,1	6,1	2,1	10,2
Diaphanosoma	—	—	—	—	—	—
Daphnia	2,5	5,6	4,2	7,1	6,6	—
Sida	—	—	—	—	—	—
Bosmina	—	—	—	—	—	—
Leptodora	—	—	—	—	—	—
Bythotrephes	—	—	0,061	0,5	0,04	0,1

Tav. N° LI — 21 agosto 1934 (temp. 23°,8) — O^2 O m 7,37 — O^2 110 m 7,15

Specie	190-80	80-50	50-30	30-20	20-10	10-0
Diaptomus ♂	—	—	—	—	0,4	7,2
Diaptomus ♀	—	—	0,2	0,4	0,4	16,8
Copepodidi	0,2	1,9	4,5	12,6	2,0	13,4
Nauplius	0,2	—	0,4	4,4	56,9	4,2
Cyclops ♂	1,1	0,9	6,9	1,2	—	11,9
„ ♀ + Cop.	3,6	2,9	10,9	13,8	0,8	71,2
Nauplii	14,0	5,2	14,1	10,6	24,0	56,0
Heterocope ♂	—	—	—	0,04	—	—
„ ♀	—	—	—	0,06	—	—
Copepodidi	—	—	—	0,02	—	—
Nauplii	—	—	—	—	—	—
Diaphanosoma	—	—	—	—	0,4	118,0
Daphnia	—	—	—	0,4	0,4	3,6
Sida	—	—	0,2	3,6	—	—
Bosmina	—	—	—	—	—	—
Leptodora	—	—	—	—	0,8	0,4
Bythotrephes	—	—	—	—	0,04	0,5

Tav. LII — 27 febbr. 1930 temp. sup. 6,9 — O^2 a O m 7,98 — O^2 a 110 m 7,64

Specie	100-80	80-50	50-30	30-20	20-10	10-0
Diaptomus ♂	—	—	3,6	1,2	3,5	7,6
Diaptomus ♀	1,2	1,5	3,0	1,8	5,6	5,1
Copepodidi	0,8	3,5	18,9	11,0	12,2	13,2
Nauplii	6,9	4,0	28,1	50,1	41,8	52,0
Cyclops ♂	—	—	0,6	—	—	0,5
„ ♀ + Cop.	0,8	12,7	51,4	18,3	22,9	6,7
Nauplii	31,4	33,6	68,5	44,0	29,5	28,5
Heterocope ♂	—	—	—	—	—	—
„ ♀	—	—	—	—	—	—
Copepodidi	—	—	—	—	—	—
Nauplii	—	—	10,0	4,0	2,5	5,6
Diaphanosoma	—	—	—	—	—	—
Daphnia	0,1	0,5	0,6	1,8	0,5	3,5
Sida	—	—	—	—	—	—
Bosmina	—	—	—	—	—	—
Leptodora	—	—	—	—	—	—
Bythotrephes	0,02	—	0,02	—	—	—

10 - Om (in migliaia d'individui sotto 1 m²)

Specie	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Diaptomus ♂	0,6	5,0	7,6	0,4	0,6	2,4	4,0	7,4	15,0	4,7	4,1	1,4	1,2	4,8
Diaptomus ♀	3,8	12,0	15,3	3,6	2,2	3,2	6,4	7,4	14,5	4,0	7,7	3,4	0,7	10,6
Copepodidi	3,4	20,0	84,5	29,6	26,6	14,2	9,8	12,7	51,0	76,8	25,8	10,2	0,2	2,3
Nauplius	30,5	28,5	39,2	13,2	6,5	0,6	18,1	56,6	47,9	10,2	8,7	14,7	0,2	0,4
Cyclops ♂	9,1	18,2	12,1	—	—	0,2	0,1	0,2	0,3	2,9	2,4	0,1	4,2	7,2
„ ♀ + Cop.	74,9	53,0	71,8	6,3	10,7	4,7	4,5	7,4	12,0	39,1	22,2	25,5	46,0	49,5
Nauplius	27,1	48,6	45,6	57,7	9,7	13,4	40,2	28,3	20,2	15,7	39,3	41,7	20,9	31,4
Heterocope ♂	—	—	—	—	0,013	0,030	—	—	—	—	—	—	—	—
„ ♀	0,010	—	—	—	0,026	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Copepodidi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9	0,060	—	—
Nauplius	—	—	—	—	—	—	1,4	3,0	2,8	2,5	1,2	1,2	—	—
Diaphanosoma ♂ + ♀	62,4	31,2	63,5	7,3(♂!)	0,2	—	—	—	—	—	0,8	5,3	15,7	83,2
Embrioni	8,7	7,3	9,1	1,1	—	—	—	—	—	—	0,6	0,3	3,1	7,8
Daphnia ♂ + ♀	7,7	2,4	3,0	2,4	4,8	2,1	4,8	5,8	5,3	3,3	12,0	6,9	2,4	3,2
Embrioni	4,2	0,7	1,3	0,4	0,2	—	1,1	0,2	3,9	0,2	2,9	0,4	0,3	—
Sida ♂ + ♀	—	0,7	0,1	—	—	—	—	—	—	0,1	0,025	—	0,3	—
Embrioni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bosmina ♂ + ♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—
Embrioni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leptodora	0,3	0,075	0,026	—	0,013	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—
Bythotrephes	0,020	0,036	0,006	0,013	0,040	0,010	0,090	—	0,026	0,030	0,020	0,006	0,073	0,020

Specie	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Diaptomus ♂	—	1,5	2,7	0,1	0,4	1,3	2,0	3,5	6,5	1,8	2,5	0,8	0,3	0,5
Diaptomus ♀	0,4	2,9	2,1	0,5	0,4	1,8	5,2	5,6	7,3	1,1	1,6	1,4	1,1	6,1
Copepodidi	6,6	5,0	26,2	36,8	42,2	9,7	9,5	12,2	62,6	54,3	13,8	4,9	12,9	6,6
Nauplius	46,7	21,7	42,2	11,1	5,4	2,1	14,9	41,8	30,0	11,6	5,8	18,2	19,2	11,7
Cyclops ♂	—	0,7	0,4	0,4	0,1	0,4	0,1	—	3,0	13,9	3,0	—	—	0,5
„ ♀ + Cop.	0.9	8,0	11.8	19,2	40,1	9,4	7,9	22,9	35,2	26,3	25,3	11,4	1,1	8,1
Nauplius	8,1	12,8	69,1	14,3	17,5	23,7	43,4	29,5	51,4	34,9	22,8	42,4	27,8	53,5
Heterocope ♂	—	0,035	—	—	—	0,020	—	—	—	—	—	0,1	0,04	—
„ ♀	—	0,030	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,04	—
Copepodidi	0,070	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,4	0,1	—
Nauplius	—	—	—	—	—	—	1,1	2,5	—	0,5	2,5	—	—	—
Diaphanosoma ♂ + ♀	—	0,8	2,1	0,1(♂)	0,1(♂)	—	—	—	—	—	0,3	—	0,1	11,2
Embrioni	—	0,3	0,2	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	7,6
Daphnia ♂ + ♀	3,0	0,8	0,5	1,0	1,0	1,0	4,9	0,5	1,1	0,5	3,2	2,2	2,9	1,0
Embrioni	1,6	0,5	—	1,9	1,0	—	0,6	—	0,9	0,1	0,9	0,6	0.9	1,5
Sida ♂ + ♀	0,2	0,8	0,4(♂)	0,2(♂)	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	0,5	—
Embrioni	0,2	—	—	1,1	—	0,1	—	—	—	—	0,020	—	—	—
Bosmina ♂ + ♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Embrioni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leptodora	0,020	0,045	0,030	—	—	—	—	—	—	0,005	0,010	—	0,006	0,06
Bythotrephes	0,050	0,025	0,006	0,087	0,040	0,020	0,040	—	0,006	0,005	0,010	0,027	0,05	0,02

Tav. LV.

30 - 20 (in migliaia di individui sotto 1 m²)

Specie	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Diaptomus ♂	—	0,1	0,07	—	0,3	0,8	1,6	1,2	2,0	0,3	2,3	0,2	2,6	3,6
Diaptomus ♀	—	3,7	0,07	0,1	0,2	0,5	6,4	1,8	1,5	0,2	1,9	0,1	3,2	6,1
Copepodidi	11,8	2,8	3,1	20,1	14,0	6,2	9,5	1,1	26,0	26,4	15,9	4,8	10,5	20,4
Nauplius	41,4	3,1	4,2	5,0	2,7	0,5	18,9	50,1	30,0	15,3	15,8	13,6	14,2	116,6
Cyclops ♂	0,2	1,3	1,8	1,3	0,5	0,1	—	—	2,5	7,1	2,2	0,2	—	0,4
„ ♀ + Cop.	3,8	6,9	8,6	13,5	19,1	30,7	8,6	18,3	15,8	9,7	35,7	16,6	12,0	5,7
Nauplius	9,4	7,3	8,4	2,0	13,3	28,9	51,1	44,0	40,8	41,2	23,6	41,7	20,7	21,6
Heterocope ♂	—	0,015	0,04	—	0,026	—	0,006	—	—	—	—	0,054	0,1	0,1
„ ♀	0,3	0,025	0,03	0,006	0,006	0,010	—	—	—	—	—	0,027	0,2	0,04
Copepodidi	0,1	0,005	—	0,013	—	—	—	—	—	—	0,3	2,4	0,2	0,02
Nauplius	—	—	—	—	—	—	2,7	4,0	2,6	5,5	1,8	alcuni	—	—
Diaphanosoma ♂ + ♀	1,2	0,1	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Embrioni	1,2	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Daphnia ♂ + ♀	0,2	0,2	0,1	0,9	0,5	0,4	6,0	1,8	—	—	0,5	1,3	1,8	1,6
Embrioni	—	—	—	0,1	0,09	—	0,4	—	—	—	0,1	0,2	—	—
Sida ♂ + ♀	0,7	1,0	1,3	0,2	0,099	—	—	—	—	0,020	0,030	0,020	0,7	0,3
Embrioni	1,1	1,4	—	0,4	0,090	—	—	—	—	—	0,010	—	—	1,6
Bosmina ♂ + ♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,076	—	—	—
Embrioni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leptodora	—	—	0,010	—	—	—	—	—	—	—	0,005	—	—	—
Bythotrephes	0,020	—	0,040	0,020	0,006	0,010	0,2	—	—	—	0,005	—	—	—

50 - 30 (in migliaia di individui sotto un m²)

Specie	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Diaptomus ♂	—	—	—	—	1,2	0,2	7,6	6,1	0,4	0,1	1,1	—	0,1	—
Diaptomus ♀	—	0,2	0,1	—	2,2	0,4	11,2	7,7	0,9	0,1	0,6	0,6	0,09	—
Copepodidi	6,6	5,3	11,1	14,9	8,4	4,5	19,8	20,5	14,9	17,1	16,2	3,6	1,2	4,4
Nauplius	7,1	2,5	3,9	0,5	0,09	0,4	43,8	55,0	27,2	23,5	13,0	3,3	2,5	24,4
Cyclops ♂	1,5	4,4	7,6	1,6	1,0	—	—	0,3	2,2	1,5	0,8	0,1	0,09	—
„ ♀ + Cop.	17,5	8,5	12,4	14,6	19,9	14,0	11,9	32,7	9,8	5,5	20,4	10,0	14,8	21,6
Nauplius	3,1	12,6	10,4	30,9	78,9	49,3	60,4	55,6	49,0	40,7	29,5	42,7	14,7	4,4
Heterocope ♂	0,2	0,09	0,06	0,1	0,02	—	—	—	—	—	—	0,04	0,1	0,3
„ ♀	0,2 (uova!)	0,1	0,1	0,02	0,06	—	—	—	—	—	—	0,01	0,1	0,4
Copepodidi	—	—	—	—	—	—	0,4	—	—	—	0,5	0,1	0,2	0,02
Nauplius	—	alcuni	alcuni	alcuni	—	—	—	7,6	10,2	2,1	1,6	—	—	—
Diaphanosoma ♂ + ♀	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Embrioni	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0
Daphnia ♂ + ♀	—	0,01	—	—	0,4	0,5	5,1	3,6	0,3	—	0,1	0,2	—	—
Embrioni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—	—
Sida ♂ + ♀	0,1	0,5	1,5	1,0(♂)	0,6	0,2	—	—	—	0,015	0,1	0,1	0,1	0,3
Embrioni	—	0,1	1,2	9,2	—	—	—	—	—	—	0,03	0,1	0,1	0,4
Bosmina ♂ + ♀	0,015	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Embrioni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leptodora	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bythotrephes	—	—	—	—	0,02	0,01	0,03	0,010	—	—	0,01	—	—	—

80 - 50 (in migliaia di individui sotto 1 m²)

Specie	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Diaptomus ♂	—	0,08	—	0,1	—	0,2	8,1	—	—	—	—	—	—	—
Diaptomus ♀	—	0,5	0,3	0,2	0,09	0,6	15,7	1,5	0,9	—	—	—	0,08	—
Copepodidi	3,8	7,1	4,8	0,4	2,7	0,8	18,1	3,5	5,4	3,4	2,7	0,8	0,8	4,8
Nauplius	1,3	2,6	—	—	0,09	0,1	34,2	4,0	13,3	8,1	5,4	0,5	—	0,4
Cyclops ♂	2,0	4,0	8,1	2,3	0,8	—	—	—	0,1	0,2	0,2	—	0,1	—
„ ♀ + Cop.	3,9	7,7	5,6	8,5	4,8	0,6	19,3	12,7	3,2	2,0	1,8	3,8	2,8	2,6
Nauplius	4,8	12,9	6,5	18,6	46,8	8,3	21,7	33,6	30,2	35,1	10,4	20,3	8,2	3,0
Heterocope ♂	—	—	—	0,04	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ ♀	0,03	—	—	0,04	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Copepodidi	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,02	—
Nauplius	—	—	—	—	—	—	3,1	alcuni	—	—	2,1	—	—	—
Diaphanosoma ♂ + ♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Embrioni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Daphnia ♂ + ♀	—	0,1	—	—	0,006	—	2,6	0,5	—	—	—	—	—	—
Embrioni	—	0,1	—	—	—	—	0,4	0,5	—	—	—	—	—	—
Sida ♂ + ♀	—	0,5	—	0,08	0,5	0,2	—	—	—	—	0,01	—	—	—
Embrioni	—	—	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bosmina ♂ + ♀	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Embrioni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leptodora	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bythotrephes	—	—	—	—	—	—	0,006	—	—	—	—	—	—	—

Specie	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Diaptomus ♂	—	—	—	—	0,07	0,06	0,1	—	0,09	0,1	—	—	—	—
Diaptomus ♀	—	—	0,1	—	0,7	0,6	1,8	1,2	0,3	0,09	—	0,08	0,04	—
Copepodidi	2,8	4,5	11,3	4,7	0,9	0,7	2,4	0,8	0,8	0,5	1,1	0,7	0,2	0,6
Nauplius	0,9	0,4	0,3	—	—	—	1,2	6,9	1,2	0,2	0,05	—	—	0,2
Cyclops ♂	0,2	1,1	3,3	4,7	0,1	0,06	—	—	—	0,06	—	0,2	—	0,2
„ ♀ + Cop.	1,9	8,9	2,1	1,7	0,6	1,1	4,6	0,8	1,2	0,9	0,7	1,6	1,1	1,8
Nauplius	3,7	17,5	9,0	8,2	10,2	15,0	44,2	31,4	21,7	16,8	3,8	29,2	8,3	26,1
Heterocope ♂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
♂ + ♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Copepodidi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,006	—
Nauplius	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diaphanosoma ♂ + ♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Embrioni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Daphnia ♂ + ♀	—	0,3	—	—	0,1	0,1	1,0	0,1	0,09	—	0,05	0,02	—	—
Embrioni	—	0,1	—	—	—	—	0,5	—	—	—	0,1	0,05	—	—
Sida ♂ + ♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Embrioni	—	—	—	—	—	0,010	—	—	—	—	alcuni	—	—	—
Bosmina ♂ + ♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,06	—	—
Embrioni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leptodora	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bythotrephes	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,006	—	—	—	—	—

Bibliografia.

1926 Anastasi G. — Il Lago di Lugano — Grassi. Bellinzona. Atlante topografico della Svizzera Foglio 514- 515; 537- 538.

1911 Bachmann H. — Das Phytoplankton des Süsswassers mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstättersees. — Naturfor. Ges., Luzern VI. Band.

1932 Baldi E. — Società limnetiche del Trasimeno — Riv. Biologia Vol. XIV Fasc. III-IV.

1912 Brauer — Die Süsswasserfauna Deutschlands, Heft 14. Rotatoria. Heft 10. Phyllopoda. Heft II Copepoda. — Fischer, Jena.

1900 Burckhardt G. — Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. — Revue Suisse de zoologie T. 7.

1921 Camus A. — Les fleurs des marais, lacs et étangs. — Lechevalier, Paris.

1930 Capua di E. — Il Diaphanosoma S. Fischer nei laghi italiani. Boll. pesca pisc. idr. Roma, Anno VI Fasc. V.

1898 Chodat R. — Remarques sur la flore superficielle des lacs suisses et français. Bull. Herb. Boissier. T. V nro 5, Genève.

1925 Collet L. W. — Les lacs. — Doin, Paris.

1930 Deflandre G. — Microscopie pratique. — Lechevalier, Paris.

1910 Demarchi M. — Introduzione allo studio biologico del Verbano. — R. Ist. Lomb. scienze e lettere. Vol. XVIII.

1912 Demarchi M. — Appunti limnologici sul Verbano, id. Vol. XLV.

1935 Elster H. J. u. Gessner F. — Die chemische und biologische Sommerschichtung im Bodensee. Aus dem Institut für Seenforschung Langenargen.

1933 Elster H. J. — Beiträge zur Biologie des Blaufelchen. Int. Rev. Hyd. u. Hydr., Leipzig.

1897 Fantoli G. — Sul regime idraulico dei laghi. — R. Ist. Lomb. Scienze e lettere. Hoepli, Milano.

1911 Fehlmann W. — Die Tiefenfauna des Luganersees. — Int. Rev. Hyd. u. Hydr., Suppl. IV Serie.

1892 Forel F. A. — Le Léman, tome I

1895 „ tome II

1904 „ tome III

F. Rouge,, Lausanne.

1899 Fuhrmann O. — Zur kritik der Planktotecknik. Biol. Centr. Band XIX. 1899.

— Propositions techniques pour l'étude du plankton des lacs suisses faites à la commission limnologique. Arch. sc. phys. nat. tome VIII.

— Le plankton du lac de Neuchâtel., Bull. soc. sc. nat. Neuch. tome XXVIII.

1900 — Beitrag zur Biologie des Neuenburgsees. Biol. Centr. Band XX. nro. 3. u. 4.

1893 Garbini A. — Primi materiali per una monografia limnologica del lago di Garda. Accademia di Agricoltura, Verona.

1901 Garbini A. — Intorno al plankton del lago Maggiore. Acc. agr. sc. lettere, Verona, Vol. I, fasc. II.

1928 Gelmini G. — Il Lago di Ghirla. Soc. it. scienze nat. Vol. LXVIII.

1925 Germain L. — Faune des lacs, étangs et marais. Lechevalier, Paris.

1934 Grote A. — Der Sauerstoffhaushalt der Seen. — Die Binnengewässer Mittel Europas, Bd. XII.

1930 Haempel O. — Fischereibiologie der Alpenseen. Die Binnengewässer Mittel Europas Bd. X. Stuttgart.

1931 Klut H. — Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. — Springer, Berlin.

1928 Léger L. — Etude hydrobiologique du lac de Nantua. Travaux de l'Institut de pisciculture, Grenoble.

1928 Lenz F. — Einführung in die Biologie der Süsswasserseen. Springer, Berlin.

1930 Lelli Carlo — Guida alla analisi chimica. Vol. I Vol. II. Sonzogno. — Milano.

1901 Lozeron H. — La répartition verticale du plankton dans le lac de Zürich. Vierteljahr. der Nat. Ges. Zürich, Jahrg. XLVII.

1922 Jäggli M. — Il delta della Maggia e la sua vegetazione. Comm. phytgeog. Suisse, Fasc. 10.

1907 Magrini G. P. — Limnologia., Hoepli, Milano.

1932 Maucha R. — Hydrochemische Methoden der Limnologie. Die Binnengew. Mitteleuropas Bd. XII.

1926 Mauvais G. — La faune littorale du lac de Neuchâtel. Bull. Soc. sc. nat. Neuch. Tome LI.

1918 Minder L. — Zur Hydrophysik des Zürich- und Walensees. Archiv f. Hydr. Suppl. Bd. III.

1922 — Studien über den Sauerstoffgehalt des Zürichsees. Zeitschrift f. Gewässerkunde IV. Leipzig.

1934 — Die Sauerstoffverhältnisse des Zürichsees. Nat. Ges. Zürich.

1919 Monard A. — La faune profonde du lac de Neuchâtel. Bull. soc. sc. nat. Neuch. T. XLIV.

1924 Monti R. — La limnologia del Lario., Ministero dell'economia nazionale, Roma.

1925 Monti R. — La fioritura delle acque sul Lario. R. Ist. lombardo scienze e lettere, Vol. LVIII.

1926 Monti R. e altri — Le variazioni del residuo e dei gas discolti nelle acque del Lario in rapporto con la biologia lacustre. R. Ist. lomb. sc. lett. Vol. LIX.

1929 Monti R e altri — La limnologia comparata dei laghi insubrici. Atti del IV congresso int. di limnologia teor. e appl.

1929 Monti R. e altri — La biologia dei coregoni nei laghi insubrici. Riv. di Biologia, Vol. XI Fasc. III-IV - V - VI.

1930 Monti R. — La graduale estinzione della vita nel lago d'Orta. R. Ist. lomb. sc. lett. Vol. LXIII.

1934 Monti R. e Stella E. — Il lago di Molveno. Memorie

del Museo di Storia nat. della Venezia Trident. Vol. III. Fasc. I.

1932 Naumann E. — Grundzüge der regionalen Limnologie. Die Binn. Mitteleuropas Bd. XI.

1932 Parenzan P, — Cladocera. Boll. Pesca e pisc., Roma.

1871 Pavesi P. — I pesci e la pesca nel Canton Ticino. Agr. Ticinese, Lugano.

1877 Pavesi P. — Intorno all'esistenza della fauna pelagica d'alto lago anche in Italia. Boll. soc. Entmologica, Italia.

1879 Pavesi P. — Ulteriori studi sulla fauna pelagica dei laghi italiani Ist. lomb. sc. e lett., Vol. II.

1929 Pesta O. — Der Hochgebirgsee der Alpen. Die Binn. Mitteleuropas, Bd. III.

1933 Pia J. — Kohlensäure und Kalk. Die Binn. Mitteleuropas, Bd. XIII.

1934 Pelloni E. — Osservazioni bioittiologiche sulla pesca di ripopolamento del coregono. Boll. soc. sc. naturali ticinese, 1934.

1931 Perotti R. — Ricerche quantitative del plankton del lago di Como. Archivio zoologico italiano, Vol. XVI.

1926 Perret C. E. — Monographie du lac des Taillières. Zeitschr. f. Hydr., Aarau, Bd. III.

1902 Pfenniger A. — Beiträge zur Biologie des Zürichsees. Zeitsch. f. Gewässerkunde, IV Leipzig.

1921 Robert H. — Contribution à l'étude du Zooplankton du lac de Neuchâtel. Bull. soc. sc. nat. Neuch. T. XLV.

1931 Robert H. — La distribution du plankton animal dans les couches moyennes et profondes des grands lacs tempérés. Bull. soc. sc. nat. Neuch. T. LV.

1932 Roth K. — Alcune caratteristiche del clima di pianura del Ct. Ticino. Boll. soc. sc. nat. Tic. 1933.

1912 Steiner H. — Das Plankton und die macrophytische Uferflora des Luganersees. Int. Revue de ges. Hyd. u. Hydr., Bd. VI.

1918 Steinmann u. Surbeck — Die Wirkung organische Verunreinigungen auf die Fauna schweizerischer fliessender Gewässer. Schw. Departement des Innern, Bern.

1934 Steinmann u. Surbeck — Untersuchungen über das Zooplankton des Rotsees bei Luzern. Zeitsch. f. Hydr. Bd. VI.

1933 Schäperclaus W. — Lehrbuch der Teichwirtschaft, Parey, Berlin.

1903 Schroeter u. Wilczeck — Notice sur la flore littorale de Locarno. Boll. soc. sc. nat. Tic.

1910 Steuer A. — Planktonkunde. Teubner, Leipzig.

1932 Stolz Picchio — Popolazioni di Bosmine del lago di Varese. Boll. pesca pisc. Anno VIII, fasc. 4.

1925 Thienemann A. — Die Binnengewässer Mitteleuropas. Die Binn. Ge. Mittel. Bd. I.

1928 Thienemann A. — Der Sauerstoff in eutrophen und oligotrophen Seen. Die Binn. Mitt. Bd. IV.

1908 Thiébaud M. — Contribution à la biologie du lac de de Sait Blaise. Annales de Biologie lacustre, T. III.

1905 Zacharias O. — Hydrobiologische und Fischereiwirtschaftliche Beobachtungen an einiger Seen der Schweiz und Italiens. Aus dem XII Bd. der Plöner Forschungberichte.

1930 Zsckokke F. — La fauna del Canton Ticino. Tip. Luganese, Lugano.

PUBBLICAZIONI

1924 - 1934 — Annuaire hydrographique de la Suisse. Service fédéral del Eaux, Berne.